

**Empleo de S.I.G. en la Zonificación de Amenaza  
por Incendios de la Cobertura Vegetal en  
Cútiva-Boyacá Escala 1:25000**

Yenny A. Talero Rodriguez

Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Antonio Nariño

Especialización en Sistemas de Información Geográfica

Ph.D David Aperador Rodriguez

29 de mayo de 2020

**Empleo de S.I.G. en la Zonificación de Amenaza  
por Incendios de la Cobertura Vegetal en  
Cúitiva-Boyacá Escala 1:25000**

Yenny A. Talero Rodriguez

Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Antonio Nariño

**Nota del Autor**

Yenny A. Talero Rodriguez, Especialización S.I.G, Universidad Antonio Nariño.

Proyecto en modalidad de monografía presentado como requisito para optar al  
título de: Especialista en Sistemas de Información Geográfica

Cualquier mensaje en relación con este trabajo puede comunicarse a la Facultad  
de Ciencias Ambientales, Bogotá D.C,

---

---

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

Firma del director de proyecto

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Bogotá, mayo 29 de 2020

*A mi madre mi apoyo, fortaleza y motivación  
A la memoria de mi padre Lisandro Talero, que  
aunque ya no este físicamente, su esencia permanece  
con nosotros, escucho su voz, sus enseñanzas infinitas,  
su cariño y amor me motivan a seguir adelante, a cumplirle  
a no sentirme derrotada y recordarlo como mi gran ejemplo  
de vida. “Si después de esta vida volviera a nacer, pediría a  
mi Ángel de la Guarda que mi padre volviera a ser mi padre”.*

---

---

### **Agradecimientos**

A la Universidad Antonio Nariño y al cuerpo docente por compartir su conocimiento y grandes experiencias, forjando mi camino profesional.

A Dios por haberme permitido vivir esta experiencia maravillosa con excelentes compañeros que se convirtieron en mis amigos y mi apoyo.

A mi amiga Ing. Angélica Páez por su apoyo incondicional y su contribución en el desarrollo del proyecto, así como su voz de aliento en los momentos difíciles.

A mi director de tesis Ing. David Aperador por su conocimiento, tiempo y disposición.

Mi agradecimiento a los ingenieros Camilo Martínez, Jonathan (Ches) y Luis a la comunidad de Cúitiva y a Marcelo por su aporte en la construcción de este proyecto.

A mi madre Orlanda Rodríguez por su compañía y gran fortaleza, a mi padre Lisandro Talero mi gratitud infinita por sus miles de enseñanzas, como bien lo ha dicho su gran amigo “ladrillo a ladrillo ayudó a levantar ideas y construir sueños”.

---



---

## Resumen

El documento contiene el soporte técnico de la zonificación de amenaza por incendios de la cobertura vegetal a escala 1:25.000 para el municipio de Cúitiva – Boyacá abarcando una extensión total de 44,29 km<sup>2</sup> distribuidos 36,39 km<sup>2</sup> en once veredas, un centro poblado, un casco urbano y 7,9 km<sup>2</sup> ocupado por el Lago de Tota. Tomando como referencia de trabajo, el “Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgo a incendios de la cobertura vegetal” propuesto por el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM 2011, la metodología incumbe la evaluación de cinco componentes susceptibilidad de la vegetación a incendios, factor relieve, accesibilidad, factor histórico y factor climático; a este último se incorporan tres variables adicionales, solana-umbría, brillo solar y dirección de vientos predominantes, Implementando un sistema de información geográfica – SIG que permite el almacenamiento, procesamiento analítico y la visualización de resultados a nivel espacial.

Entre los resultados más significativos se tiene que el 29% del área total del municipio, corresponde amenaza alta a muy alta, donde existe la mayor probabilidad de que ocurran incendios de la cobertura vegetal dado por la confluencia de factores que contribuyen en la reacción, ignición y combustión, pues corresponde a zonas con mayor exposición solar, coberturas muy susceptibles a incendios y topografía escarpada que coincide con la dirección preferente de los vientos localizándose predominantemente en las veredas Buitreros, Amarillos, Balcones y La Vega.

**Palabras claves:** Zonificación, Amenazas, Incendios, cobertura vegetal.

---

**Abstract**

The document contains the technical support of the vegetation cover fire threat zoning in 1:25.000 scale for the municipality of Cuítiva, Boyacá, covering a total extension of 44.29 Km<sup>2</sup>, of which 36.39 Km<sup>2</sup> are distributed in eleven rural territorial division centers, a village, an urban center and 7.9 Km<sup>2</sup> occupied by the Lake Tota water body. For this purpose, the Protocol for the realization of zoning maps of fire risk of vegetation cover, proposed by the Institute of Hydrology Meteorology and Environmental Studies (IDEAM), 2011, is used as a reference. The methodology involves the evaluation of five components: vegetation susceptibility to fire, relief factor, accessibility, historical factor and climatic factor. To this last one, three additional variables are incorporated: suntrap – shade, solar brightness and prevailing winds direction; implementing a geographic information system (GIS) that allows the storage, analytical processing and visualization of results at the spatial level.

Among the most significant results is that 29% of the total area of the municipality, corresponds to high to very high threat, where there is a greater probability that fires of the vegetation cover occur due to the confluence of factors that contribute to the reaction, ignition and combustion, as it corresponds to areas with greater solar exposure, very susceptible cover to fires and steep topography that coincides with the preferred direction of the winds, being located predominantly in the rural territorial division centers of Buitreros, Amarillos, Balcones and La Vega.

**Key words:** Fire, Threats, vegetation cover, Zoning.

---



---

**Contenido**

|        |                                                                        |    |
|--------|------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.     | Introducción .....                                                     | 9  |
| 2.     | Temática del Problema.....                                             | 10 |
| 2.1.   | Planteamiento del Problema .....                                       | 10 |
| 2.2.   | Delimitación del área de estudio .....                                 | 12 |
| 2.2.1. | Extensión .....                                                        | 12 |
| 2.3.   | Formulación.....                                                       | 13 |
| 2.4.   | Justificación.....                                                     | 13 |
| 3.     | Objetivos .....                                                        | 14 |
| 3.1.   | Objetivo General.....                                                  | 14 |
| 3.2.   | Objetivos Específicos .....                                            | 14 |
| 4.     | Marco Teórico Conceptual.....                                          | 14 |
| 5.     | Normatividad .....                                                     | 19 |
| 6.     | Estado del Arte.....                                                   | 20 |
| 7.     | Metodología Empleada .....                                             | 22 |
| 7.1.   | Etapas para cumplir con la metodología propuesta .....                 | 24 |
| 7.2.   | Insumos Generales.....                                                 | 25 |
| 8.     | Desarrollo Metodológico .....                                          | 26 |
| 8.1.   | Evaluación Susceptibilidad de las Coberturas Vegetales a Incendios. 26 |    |
| 8.1.1. | Tipo de Combustible .....                                              | 27 |
| 8.1.2. | Duración de Combustible .....                                          | 29 |
| 8.1.3. | Carga de Combustible .....                                             | 31 |
| 8.1.4. | Mapa de Susceptibilidad de las Coberturas Vegetales a Incendios.. 33   |    |
| 8.2.   | Factor Relieve.....                                                    | 34 |
| 8.3.   | Factor Climático .....                                                 | 36 |
| 8.3.1. | Precipitación Media Anual .....                                        | 36 |
| 8.3.2. | Temperatura Media Anual.....                                           | 41 |
| 8.3.3. | Dirección de Vientos Predominantes .....                               | 45 |
| 8.3.4. | Brillo Solar .....                                                     | 48 |
| 8.3.5. | Solana – umbría.....                                                   | 51 |
| 8.4.   | Factor Histórico .....                                                 | 54 |
| 8.5.   | Accesibilidad.....                                                     | 56 |
| 9.     | Resultados .....                                                       | 57 |



|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 9.1. Zonificación de Amenaza por Incendios de la Cobertura Vegetal ..... | 57 |
| 10. Conclusiones .....                                                   | 61 |
| 11. Recomendaciones.....                                                 | 63 |
| Referencias.....                                                         | 64 |

### Lista de Figuras

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1</b> Localización del área de estudio.....                                               | 13 |
| <b>Figura 2</b> Triángulo del fuego y su comportamiento.....                                        | 15 |
| <b>Figura 3</b> Partes de un incendio en su fase inicial, con único frente .....                    | 16 |
| <b>Figura 4</b> Formas características de los incendios forestales .....                            | 17 |
| <b>Figura 5</b> Clasificación de incendios por estrato de vegetación afectado .....                 | 17 |
| <b>Figura 6</b> Modelo lógico de la metodología para la zonificación de amenaza por incendios ..... | 23 |
| <b>Figura 7</b> Coberturas de la tierra a escala 1:25000.....                                       | 27 |
| <b>Figura 8</b> Susceptibilidad por tipo de combustible.....                                        | 29 |
| <b>Figura 9</b> Susceptibilidad por duración de combustible.....                                    | 31 |
| <b>Figura 10</b> Susceptibilidad por carga de combustible .....                                     | 33 |
| <b>Figura 11</b> Susceptibilidad de la cobertura vegetal a incendios .....                          | 34 |
| <b>Figura 12</b> Susceptibilidad por el factor relieve.....                                         | 35 |
| <b>Figura 13</b> Distribución espacial de las estaciones - IDEAM .....                              | 37 |
| <b>Figura 14</b> Precipitación media anual.....                                                     | 40 |
| <b>Figura 15</b> Amenaza por precipitación media anual .....                                        | 41 |
| <b>Figura 16</b> Temperatura media anual .....                                                      | 43 |
| <b>Figura 17</b> Amenaza por temperatura media anual .....                                          | 44 |
| <b>Figura 18</b> Representación de las alineaciones de fuego.....                                   | 45 |
| <b>Figura 19</b> Dirección de procedencia del viento .....                                          | 46 |
| <b>Figura 20</b> Distribución de la alineación pendiente y dirección preferente del viento .....    | 47 |
| <b>Figura 21</b> Susceptibilidad por dirección de vientos predominantes .....                       | 48 |
| <b>Figura 22</b> Mapa de distribución del brillo solar medio diario anual .....                     | 49 |
| <b>Figura 23</b> Susceptibilidad por brillo solar.....                                              | 50 |
| <b>Figura 24</b> Ubicación de la solana y umbría .....                                              | 51 |
| <b>Figura 25</b> Gráfica de distribución de dirección de la pendiente según calificación .....      | 53 |
| <b>Figura 26</b> Susceptibilidad por solana - umbría .....                                          | 53 |
| <b>Figura 27</b> Susceptibilidad por el factor de histórico .....                                   | 55 |
| <b>Figura 28</b> Susceptibilidad por accesibilidad .....                                            | 57 |
| <b>Figura 29</b> Zonificación de la amenaza a incendios de la cobertura vegetal.....                | 58 |
| <b>Figura 30</b> Distribución Porcentual de la Amenaza .....                                        | 59 |

### Lista de Tablas

|                 |                                                                                                                        |    |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1</b>  | Coordenadas Magna Colombia Bogotá .....                                                                                | 12 |
| <b>Tabla 2</b>  | Marco normativo de Incendios Forestales .....                                                                          | 19 |
| <b>Tabla 3</b>  | Categorización de la susceptibilidad.....                                                                              | 24 |
| <b>Tabla 4</b>  | Insumos Generales .....                                                                                                | 25 |
| <b>Tabla 5</b>  | Calificación de la cobertura por tipo de combustible .....                                                             | 28 |
| <b>Tabla 6</b>  | Clasificación y calificación de las coberturas vegetales por tipo de combustible para el municipio de Cútiva .....     | 28 |
| <b>Tabla 7</b>  | Calificación de Cobertura por Duración de Combustible.....                                                             | 30 |
| <b>Tabla 8</b>  | Clasificación y calificación de las coberturas vegetales por duración de combustible para el municipio de Cuitiva..... | 30 |
| <b>Tabla 9</b>  | Calificación de cobertura por carga de combustible.....                                                                | 32 |
| <b>Tabla 10</b> | Clasificación y calificación de las coberturas vegetales por carga de combustible.....                                 | 32 |
| <b>Tabla 11</b> | Clasificación del factor Pendiente.....                                                                                | 35 |
| <b>Tabla 12</b> | Registro de precipitación media anual - multianual.....                                                                | 37 |
| <b>Tabla 13</b> | Error promedio generado de la interpolación de precipitación media anual ...                                           | 39 |
| <b>Tabla 14</b> | Calificación Precipitación.....                                                                                        | 40 |
| <b>Tabla 15</b> | Registro de temperatura media anual - multianual .....                                                                 | 43 |
| <b>Tabla 16</b> | Calificación Temperatura.....                                                                                          | 44 |
| <b>Tabla 17</b> | Rangos de calificación para el componente de viento .....                                                              | 47 |
| <b>Tabla 18</b> | Registro de brillo solar medio diario - multianual .....                                                               | 49 |
| <b>Tabla 19</b> | Calificación de brillo solar.....                                                                                      | 50 |
| <b>Tabla 20</b> | Calificaciones de dirección de pendiente para solana y umbría .....                                                    | 52 |
| <b>Tabla 21</b> | .....                                                                                                                  | 54 |
| <b>Tabla 22</b> | Calificación de susceptibilidad por accesibilidad .....                                                                | 56 |
| <b>Tabla 23</b> | Distribución de la amenaza por Incendios de la cobertura vegetal.....                                                  | 60 |

### Lista de Anexos

|                |                                                                             |    |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Anexo 1</b> | Mapa de zonificación de Amenaza por incendios de la cobertura vegetal ..... | 67 |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------|----|

---

---

## **Introducción**

En la historia del ser humano el fuego a sido de gran importancia para su desarrollo y supervivencia. A su vez, la distribución y frecuencia del fuego ha llegado a depender profundamente del hombre(Pyne, 1995). Sin embargo, si el fuego se propaga sin control en condiciones no previstas se considera incendio de la cobertura vegetal, el cual causa modificaciones irreversibles del ambiente natural ocasionando efectos negativos a nivel ambiental y socioeconómico, en este sentido es útil identificar las áreas que ameriten un control especial tendiente a reducir los impactos negativos.

La finalidad de este proyecto es elaborar la zonificación de amenaza por incendio de la cobertura vegetal para el municipio de Cúitiva, tomando como referencia metodológica de trabajo el “Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgo a incendios de la cobertura vegetal” propuesto por el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM 2011, a partir de aquí, se realiza un análisis de susceptibilidad de las coberturas vegetales, según lo planteado en el modelo de combustibles desarrollado para Colombia por Páramo, 2007, así como las condiciones atmosféricas incidentes, la distribución espacial de los eventos históricos en los últimos 14 años y demás factores que puedan contribuir en la ignición; empleando un sistema de información geográfica - S.I.G. Se realiza la integración, análisis y evaluación espacial a fin de caracterizar las áreas con mayor probabilidad de ocurrencia a incendios contribuyendo al conocimiento del territorio.

---

---

## **Temática del Problema**

### **2.1. Planteamiento del Problema**

En Colombia, la biodiversidad y sostenibilidad de los recursos naturales, así como algunas actividades realizadas por el hombre, se ven afectadas significativamente por los incendios de la cobertura vegetal, siendo recurrentes durante los periodos secos anuales característicos en los meses de diciembre a marzo y la segunda temporada seca que abarca aproximadamente los meses de julio y agosto; periodos en los cuales, la frecuencia y el área de afectación tienden a incrementarse, especialmente en la zona de la región Andina; cuyas causas estarían relacionadas tanto a las prácticas tradicionales de utilizar el fuego para actividades de expansión, como falta de concienciación ambiental de la población. (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2014).

Para Colombia en relación a la información disponible se estima que gran porcentaje de la totalidad de los incendios forestales tienen origen antrópico, incluyendo los generados con fines de ampliación de las fronteras agrícolas, como los causados por negligencia cuando no se toman las precauciones necesarias en actividades de quemas agrícolas o por descuido a raíz de fogatas, fumadores y actividades que involucran la quema de pólvora y cacería de animales, también se incluyen los incendios forestales generados de manera accidental a partir de la caída de redes eléctricas sobre la vegetación y atentados terroristas (Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático [IDIGER], s.f.).

Adicionalmente no es fácil tener reportes anuales validados, ya que en gran parte de los municipios y departamentos del territorio nacional, no se adopta la cultura de reportar este tipo de eventos ante las autoridades encargadas, sin embargo, se puede acceder a los reportes que consolida anualmente la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de

---

Desastres (UNGRD), y que son reportados por las jurisdicciones regionales del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres –SNGRD, aunque sin validar las áreas afectadas y el impacto (Mondragón Leonel et al, 2013).

En el periodo comprendido entre 16 de diciembre de 2019 a 2 de marzo de 2020 en Colombia se presentaron 769 incendios de cobertura vegetal, informó la UNGRD afectando aproximadamente 25.715 hectáreas (Heraldo, 2020). De acuerdo con reportes de la unidad de gestión del riesgo del municipio de Cúitiva, en el transcurso de enero a marzo de 2020 se han registrado 14 eventos de incendios involucrando aproximadamente 120 ha de cobertura vegetal (junco, pastizal, eucalipto, pastos, cardones y matorrales) según reporte del cuerpo de bomberos voluntarios de Aquitania; teniendo en cuenta estos indicadores es primordial que se identifique las zonas que presenten mayor probabilidad de ocurrencia a incendios, a fin de que se implementen estrategias de prevención; sin embargo, el municipio de Cúitiva no tiene una zonificación de amenazas por incendios de la cobertura vegetal actualizada, ya que a la fecha se rige por el acuerdo N° 028 del 28 diciembre 2004, por el cual se adoptó el Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Cúitiva - Boyacá – 2004, adicionalmente el municipio hace parte de dos cuencas hidrográficas, Lago de Tota con Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca convenio 038 de 2004 y Río Tota en proceso de actualización, ocasionando que la información para la totalidad del área municipal a partir del Plan de Manejo y Ordenamiento de la Cuenca -POMCA- se hallen a diferente temporalidad, además se debe tener en cuenta que dichos instrumentos proporcionan información a escala regional; así que se hace necesario implementar una metodología que involucre el conocimiento de los eventos históricos a nivel espacial, el análisis de susceptibilidad de las coberturas vegetales,

las condiciones atmosféricas y demás factores que puedan incidir en los incendios con el objeto de generar la zonificación de amenazas por incendio de la cobertura vegetal a escala 1:25.000 acorde a las condiciones locales, con la intención de contribuir en la toma de decisiones y destinación de recursos para implementación de proyectos con miras a prevenir, mitigar o recuperar las zonas afectadas.

## **2.2. Delimitación del área de estudio**

“El Municipio de Cuítiva está localizado en el Departamento de Boyacá a aproximadamente 233 kilómetros de la ciudad de Bogotá y a 20 kilómetros de Sogamoso, posee altitudes que van desde los 2.727 hasta los 3.200 m.s.n.m.” (Alcaldía de Cuítiva Boyacá, 2005, sección de Localización). Limita con los municipios de Iza y Sogamoso al Norte, con el municipio de Tota hacia el Sur, con el municipio de Aquitania hacia el Este y con los municipios de Pesca, Iza y Tota hacia el Oeste. Con respecto a la información de la cartografía básica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC- a escala 1:25000, el área del municipio hace parte de las planchas 191-II-B, 191-IID, 192-1-A y 192-I-C, que se encuentran enmarcadas con las coordenadas que se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Coordenadas Magna Colombia Bogotá*

| <b>Este</b> | <b>Norte</b> |
|-------------|--------------|
| 1131063,39  | 1113374,24   |
| 1131063,39  | 1105992,35   |
| 1119051,28  | 1105992,35   |
| 1119051,28  | 1113374,24   |

Fuente: Autor

### **2.2.1. Extensión.**

El área total del municipio de Cuítiva representa 44,29 km<sup>2</sup> comprendida por un casco urbano, un centro poblado (Llano de Alarcón), 11 veredas a saber: Arbolocos, Amarillos,



manejo de desastres; de todo ello se deriva la necesidad de emplear un sistema de información geográfica que permita evaluar las características y la interacción de los factores implicados para tener un conocimiento espacial de las áreas susceptibles a incendios, con el propósito de identificar las zonas que signifiquen algún grado de amenaza y así apoyar en la atención, articulación y planeación de proyectos.

## **Objetivos**

### **3.1. Objetivo General**

Determinar la zonificación de amenazas por incendios de la cobertura vegetal en el municipio de Cútiva Boyacá a escala 1:25000.

### **3.2. Objetivos Específicos**

- Analizar los factores intervinientes en la ignición y propagación de los incendios de la cobertura vegetal mediante la implementación de un Sistema de Información Geográfica.
- Caracterizar las zonas de amenaza alta, media y baja por incendios de la cobertura vegetal.
- Construir el mapa de amenaza por incendios de la cobertura vegetal para el municipio de Cútiva

## **Marco Teórico Conceptual**

El incendio de la cobertura vegetal “se define como el fuego que se propaga, sin control sobre la cobertura vegetal, cuya quema no estaba prevista” (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]), 2011, p. 14). De aquí se derivan tres rasgos primordiales:

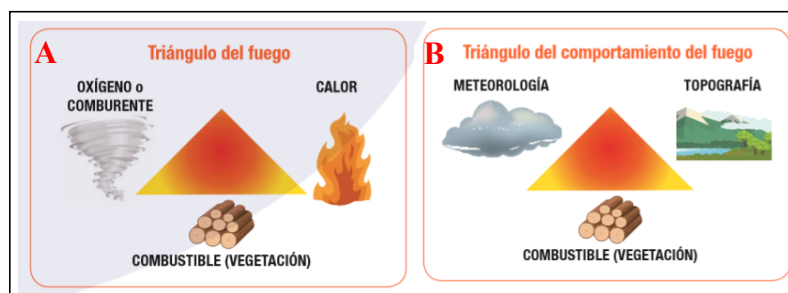


- a) Ausencia de control sobre el fuego, por lo cual, quemadas para la actividad agrícola o trabajos de limpieza, no se consideran como incendios, a no ser que el fuego se propague sin control fuera del área que estaba prevista.
- b) Afectación de terrenos forestales, (...) se excluye la vegetación agrícola y la quema de rastrojos, a menos que el fuego sobrepase el área de actuación.
- c) Un incendio forestal afecta específicamente a la vegetación que no estaba destinada a arder, lo cual provoca una transformación del medio que no estaba prevista. (Álvarez Rogel, 2000)

“Para que se produzca un fuego es necesaria la coincidencia de tres elementos: una fuente de calor, el combustible y el aire. Una vez originado, la propagación del incendio está influenciada por tres factores: el tipo de combustible, la climatología y la topografía” (Plana et al., 2016, p. 7).

**Figura 2**

*Triángulo del fuego y su comportamiento*

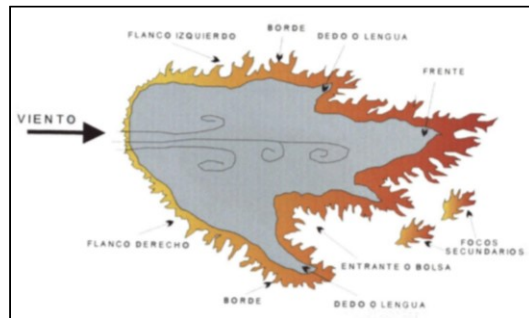


“La Figura 1 ilustra a) el triángulo del fuego y sus componentes necesarios para que la reacción de ignición y combustión tenga lugar. b) representa el triángulo del comportamiento del fuego y las variables que influyen en su grado de intensidad” (Plana et al., 2016 p. 7).

La Figura 3 muestra las partes fundamentales de un incendio en su inicio “un frente de progresión, dos flancos, un área donde se concentra la actividad y una retaguardia. A medida que aumenta la duración del incendio, el fuego puede dividirse en varios frentes de distinta intensidad y peligrosidad” (Álvarez Rogel, 2000, p. 13).

### Figura 3

*Partes de un incendio en su fase inicial, con único frente*



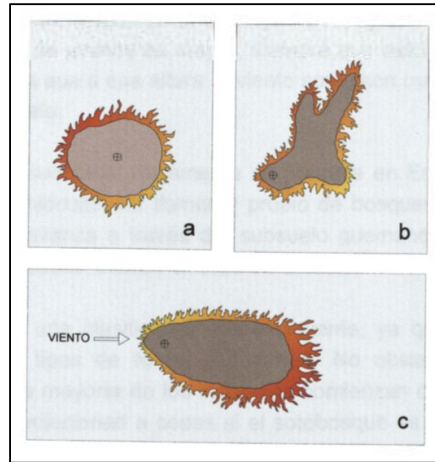
Fuente: (Álvarez Rogel, 2000, p. 13).

“La forma del incendio Figura 4 está estrechamente vinculada a las características topográficas, meteorológicas locales y de la cubierta vegetal, diferenciándose tres formas básicas” (Álvarez Rogel, 2000, p. 13).

- a) Forma Circular: Característica de los terrenos llanos, donde se presenta poco viento y coberturas homogéneas.
- b) Forma Irregular: predomina sobre zonas con pendiente, que presenta vientos irregulares y con presencia de combustibles heterogéneos.
- c) Forma Elíptica: Es muy similar al anterior, a diferencia que presenta viento con dirección constante.

**Figura 4**

*Formas características de los incendios forestales*



Fuente: (Alvarez Rogel, 2000, p. 13).

Los incendios se clasifican en dos tipologías, de acuerdo con el estrato de vegetación afectado y según la extensión del área implicada.

- Estrato de vegetación afectado: Superficiales, de copa, subterráneos y mixtos.

**Figura 5**

*Clasificación de incendios por estrato de vegetación afectado*



Fuente: (Corporación Autónoma Regional del Tolima [CORTOLIMA], 2018).

---

“La segunda clasificación vigente (Vélez Muñoz, 1987) centra su atención en la superficie afectada y, según su extensión diferencia” (Álvarez Rogel, 2000, p. 15).

- Conatos: Superficie menor de 1 hectárea
- Incendios de pequeña extensión: Entre 1 y 5 hectáreas
- Incendios de mayor extensión: Entre 500 y 1000 hectáreas
- Grandes incendios: La superficie recorrida por el fuego es superior a 1000 ha.

Por otro lado, históricamente se ha observado una repetición de patrones de propagación debido a la combinación de la topografía y el clima propios de un lugar (Plana et al., 2016). “Es decir, frente a la misma topografía y meteorología, el fuego evoluciona siguiendo esquemas de propagación similares modificando su intensidad en función de la disponibilidad del combustible” (Plana et al., 2016 p. 15).

Teniendo en cuenta lo anterior, en (Plana et al., 2016 p. 15) diferencian 3 categorías de incendios “tipo”, de acuerdo con el factor principal que domina su propagación:

- Incendios topográficos: se caracterizan porque su propagación está determinada por el relieve y el viento topográfico local.
- Incendios conducidos por el viento: en este caso, la dirección y la fuerza del viento es el factor dominante en la propagación del incendio.
- Incendios de convección: cuando la gran acumulación de combustible forestal es la responsable de la intensidad del fuego y este es capaz de generar sus propias condiciones meteorológicas locales.

Identificar y conocer las tipologías de incendios permite anticiparse a los futuros eventos y ejecutar de una manera más precisa y eficiente las acciones a fin de desacelerar la propagación, adicionalmente si se tiene conocimiento de las zonas de amenaza alta a

ocurrencia de incendios de la cobertura vegetal permite destinar recursos para la implementación de proyectos con miras a prevenir, mitigar o recuperar las zonas afectadas.

### Normatividad

A continuación, en la Tabla 2 se muestra la relación del marco normativo en incendios forestales

**Tabla 2**

*Marco normativo de Incendios Forestales*

| Norma                                                                                                                                                                                          | Año  | Comentario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ley 1523 “Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones” | 2012 | Regula la Gestión del riesgo en Colombia, por ser una norma de carácter superior y general en el tema de riesgos, se interpreta que queda también involucrado el riesgo de incendios forestales.<br>Define la Gestión del riesgo como un proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación.<br>Enfoca la responsabilidad de los entes territoriales en la gestión, especialmente de los municipios y las Corporaciones Autónomas Regionales.<br>Esta Ley deroga la Ley 46 de 1988, el D.L 919 de 1989 y las normas que le sean contrarias. |
| Ley 1333 “Por el cual se establece el procedimiento sancionatorio Ambiental y se dictan otras disposiciones”                                                                                   | 2009 | La comisión de daños al medio ambiente es constitutiva de infracción ambiental y darán lugar a sanción administrativa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Ley 599 “Por la cual se expide el Código Penal”                                                                                                                                                | 2000 | En esta se tipifica como delito que genera cárcel “el incendio en áreas de bosques, recurso florístico o en áreas de especial importancia ecológica”.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Decreto 2340 “Por el cual se dictan unas medidas para la organización en materia de prevención y mitigación de incendios forestales y se dictan otras disposiciones”                           | 1997 | Basado en el D.L 919 de 1989 (derogado) y la Ley 99 de 1993 (vigente). Se crea con el objetivo de dar asesoría en prevención y mitigación, la Comisión nacional asesora para la prevención y mitigación de incendios forestales; de igual manera crea las comisiones departamentales y municipales.                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                     |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Ley 99 “Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.”</p> | <p>1993</p> | <p>Los principios ambientales, de que trata la Ley, son claros en especial, con la prevención de desastres, que indica, es de interés colectivo y las medidas que se tomen para prevenir o mitigar es de obligatorio cumplimiento.</p> <p>En las funciones del Ministerio se tiene, la de hacer seguimiento, evaluación y control de los factores de riesgo ecológico.</p> |
| <p>Decreto Ley 2811</p>                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>1974</p> | <p>“Los artículos del 243 al 245 regulan aspectos relacionados con la organización y control de los incendios forestales, responsabilidad de la administración local y de los propietarios de fincas”</p>                                                                                                                                                                  |

Fuente: (Mondragón Leonel, Melo Ardila, & Gelvez, 2013, pp. 26-27).

### **Estado del Arte**

En el año 2009 “El IDEAM en asocio con CONIF, realizó el Mapa Nacional de Zonificación de Riesgos a Incendios de la Cobertura Vegetal, escala 1:500.000, incorporando los desarrollos conceptuales relacionados con la teoría de gestión del riesgo y avances metodológicos técnicos y temáticos” (IDEAM, 2011, p. 10). Posteriormente, hacia el año 2010, el IDEAM retoma este ejercicio para desarrollar, por medio de una consultoría con el biólogo Gabriel Páramo “El Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal a escala 1:100.000” (IDEAM, 2011).

En relación con la Ley 1523 de 2012 y el Decreto 1807 de 2014 “Por el cual se reglamenta el artículo 189 del Decreto-Ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial y se dictan otras disposiciones” (Congreso de la República de Colombia, 2014). A nivel nacional los municipios que se hallan en actualización del ordenamiento territorial generalmente

---

aplican la metodología generada por el IDEAM para la zonificación de riesgos por incendios; ejemplo de ello:

El documento técnico de soporte del mapa de susceptibilidad por incendios forestales escala 1:25.000, realizado por el IDIGER como “proyecto de actualización del componente de gestión del riesgo para la revisión ordinaria y actualización del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C,” (Instituto Distrital de Gestión de Riesgo y Cambio Climático [IDIGER], 2017).

El documento Amenaza por incendios de la cobertura vegetal de la Alcaldía municipal de Cúitiva 2018, su metodología contempla cuatro componentes: factor climático, susceptibilidad vegetación, factor relieve y accesibilidad; este proyecto se encuentra en etapa de ejecución y aprobación.

Adicionalmente, se relaciona estudios que han utilizado de base dicha metodología, sumado a la implementación de un Sistema de Información Geográfica S.I.G.

“Zonificación de Riesgos a incendios forestales en la cuenca del Río Coello en el Departamento del Tolima” (Mejía Quesada, 2017). Este estudio se enfoca en evaluar la amenaza, susceptibilidad, vulnerabilidad histórica, territorial y ecosistémica de la cuenca del río Coello ante los incendios forestales definiendo las áreas de mayor riesgo, cuantificándolas y reportándolas.

El documento “Zonificación de amenazas por incendios forestales en el sector rural del municipio de Tota Boyacá con el empleo de SIG” realizado por Arias (2016), que especifica “Su objetivo se centra en producir un mapa de amenazas por incendios forestales en el sector rural del municipio de Tota, mediante la implementación de una nueva propuesta metodológica con el empleo de SIG” (Arias Murcia, 2016, p. 4).

Mapa de Riesgo por Incendios Forestales en el Departamento del Cesar, el proyecto tiene como objetivo central obtener la zonificación de la amenaza por ocurrencia de incendios forestales en jurisdicción de CORPOCESAR, la cual deberá generar un mapa que zonifique el territorio en unidades homogéneas (Corporación Autónoma Regional del Cesar [CORPOCESAR], 2011, p. 23)

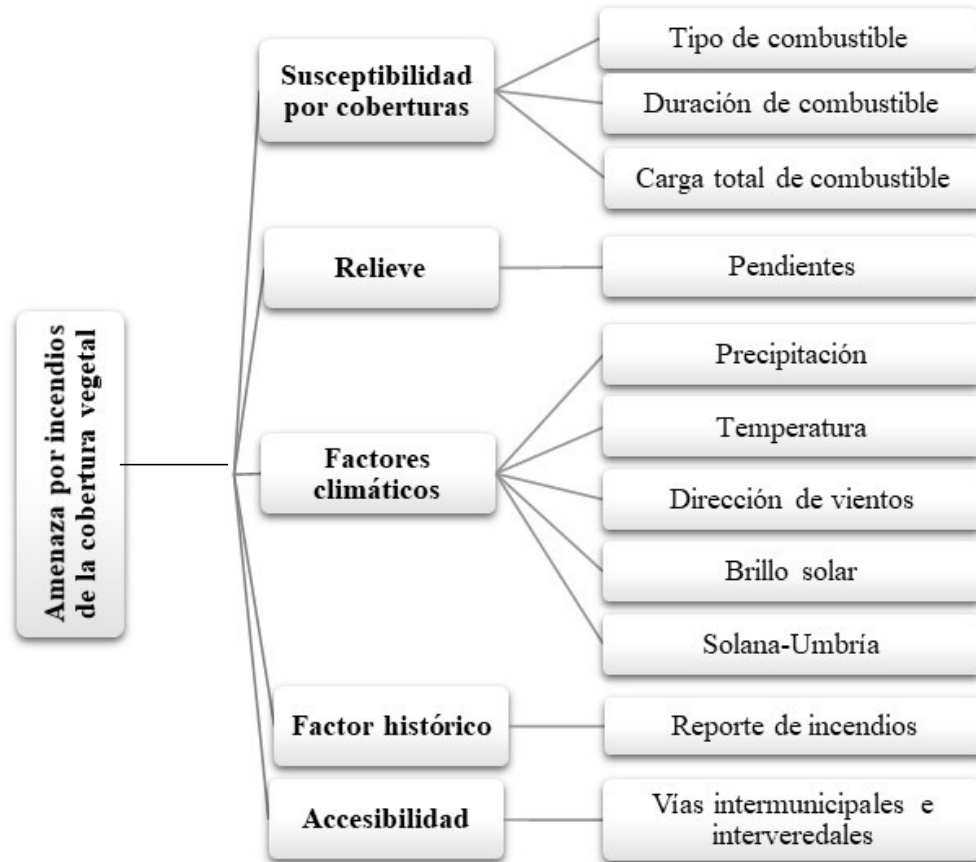
### **Metodología Empleada**

Este proyecto se desarrolla teniendo como guía el “Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal a escala 1:100.000” establecido por el IDEAM en el año 2011. Es preciso mencionar que esta metodología se adapta a la escala de trabajo, utilizando los insumos a escala 1:25.000 y fundamentando en el modelo metodológico, la evaluación de cinco componentes Figura 6: Susceptibilidad de la vegetación a incendios, factor relieve, accesibilidad, factor histórico y factor climático; a este último se incorporan tres variables adicionales, solana-umbría, brillo solar y dirección de vientos predominantes; así mismo se realiza algunos ajustes en los rangos de calificación de acuerdo al conocimiento del área y experiencia de otros autores en diferentes estudios permitiendo adecuar la metodología a las condiciones locales. Todo lo anterior apoyado en un sistema de información geográfica – SIG facilitando el procesamiento analítico y la visualización de resultados a nivel espacial.



**Figura 6**

*Modelo lógico de la metodología para la zonificación de amenaza por incendios*



Fuente: Autor basado en (IDEAM, 2011, p. 34)

Con la finalidad de representar la categorización de susceptibilidad (Muy alta, Alta, Moderada, Baja y Muy baja) de cada variable se simbolizan según los valores y escala de colores de la Tabla 3.

**Tabla 3**

*Categorización de la susceptibilidad*

| Valores | Categorías |
|---------|------------|
| 5       | Muy Alto   |
| 4       | Alto       |
| 3       | Moderado   |
| 2       | Bajo       |
| 1       | Muy Bajo   |

Fuente: Autor basado en (IDEAM, 2011)

### 7.1. Etapas para cumplir con la metodología propuesta

**Recopilación de insumos, revisión de información y disponibilidad de software:** Base cartográfica a escala 1:25.000, Imagen satelital Google Earth, Modelo digital de elevación DEM, Datos meteorológicos, la “Metodología CORINE Land Cover Adaptada para Colombia, escala 1:100.000”, Documento guía de la metodología para la zonificación de la amenaza por incendios y fuentes bibliográficas relacionadas. En esta etapa se busca ponerse en contexto con la metodología y el alcance del proyecto identificando la calidad de la información disponible, así como el manejo del software en este caso ArcGIS 10.7.

**Implementación de un sistema de información geográfica:** Teniendo en cuenta el modelo lógico de la metodología para la zonificación de amenaza por incendios de la cobertura vegetal, se define los procesos y las herramientas útiles para llevar a cabo los análisis, así mismo se crea una geodatabase temática. Con lo anterior se permitirá capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar de forma integral los datos de trabajo.

**Actualización de la base cartográfica y elaboración del shapefile coberturas vegetales:** A partir de la fotointerpretación de la imagen satelital Google Earth y la digitalización en el software ArcGIS 10.7 se actualiza la cartografía básica específicamente

la red vial municipal, adicionalmente se crea la capa de cobertura vegetales generada a escala 1:25000 teniendo como referencia las clasificaciones y definiciones de la “Metodología CORINE Land Cover Adaptada para Colombia, escala 1:100.000”.

**Controles en campo:** Realizando visitas de campo se calibra la capa de coberturas y mediante entrevistas con la comunidad se establece la distribución espacial de los eventos históricos registrados en el municipio.

**Análisis y evaluación de las variables para la zonificación de la amenaza por incendios de la cobertura vegetal:** Esta etapa es fundamental para la obtención del resultado final, aquí se realiza la calificación de cada factor según su grado de incidencia.

**Zonificación de la amenaza por incendios de la cobertura vegetal:** se realiza el geo procesamiento final y posteriormente se categoriza e interpreta según su grado de amenaza.

## 7.2. Insumos Generales

**Tabla 4**

*Insumos Generales*

| Insumos                                                                               | Escala/<br>Resolución<br>Espacial | Formato | Fuente                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Modelo digital de Elevación (DEM)                                                     | 12,5 x 12,5 metros                | Raster  | ASF DAAC ( <a href="https://asf.alaska.edu/">https://asf.alaska.edu/</a> ). |
| Base cartográfica                                                                     | 1:25.000                          | Vector  | IGAC                                                                        |
| Imagen Satelital Google Earth                                                         | -                                 | raster  | SAS Planet                                                                  |
| Datos multianuales de Precipitación, Temperatura, Brillo solar y Dirección de vientos | Estaciones meteorológicas         | digital | IDEAM                                                                       |
| Temperatura media mensual diurna                                                      | 0,1 Grados                        | Raster  | (NASA Earth Observations [NEO], 2020)                                       |
| Capa de coberturas vegetales CORINE LAND COVER                                        | 1:25.000                          | vector  | Autor                                                                       |

---



---

|                       |           |         |       |
|-----------------------|-----------|---------|-------|
| Registro de incendios | Histórico | Digital |       |
| Guía metodológica     | -         | Digital | IDEAM |
| Software ArcGIS 10.7  | -         | -       | ESRI  |

---

Fuente: Autor

El Modelo Digital de Elevación DEM se obtiene del Conjunto de datos: © JAXA/METI ALOS PALSAR, procesado por Alaska Satellite Facility (ASF), Radiometric\_Terrain\_Corrected\_high\_res; que corresponde a un conjunto de datos Radiométricos del terreno, corregidos y con resolución espacial de 12.5 m/píxel. Descargado a través de ASF DAAC <https://asf.alaska.edu/> (EARTHDATA, s.f.)

La Imagen satelital proveniente de Google, de alta resolución (0.30 m/píxel), de diciembre del año 2017 y descargada en formato ECW a través del programa SAS.Planet.

Los datos de temperatura se obtienen del instrumento MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) del satélite TERRA. El producto contiene datos calibrados y georreferenciados de las 36 bandas espectrales, con resolución espacial de 1 Km/píxel. Solicitado a través de la página web de MODIS.

## **Desarrollo Metodológico**

### **8.1. Evaluación Susceptibilidad de las Coberturas Vegetales a Incendios**

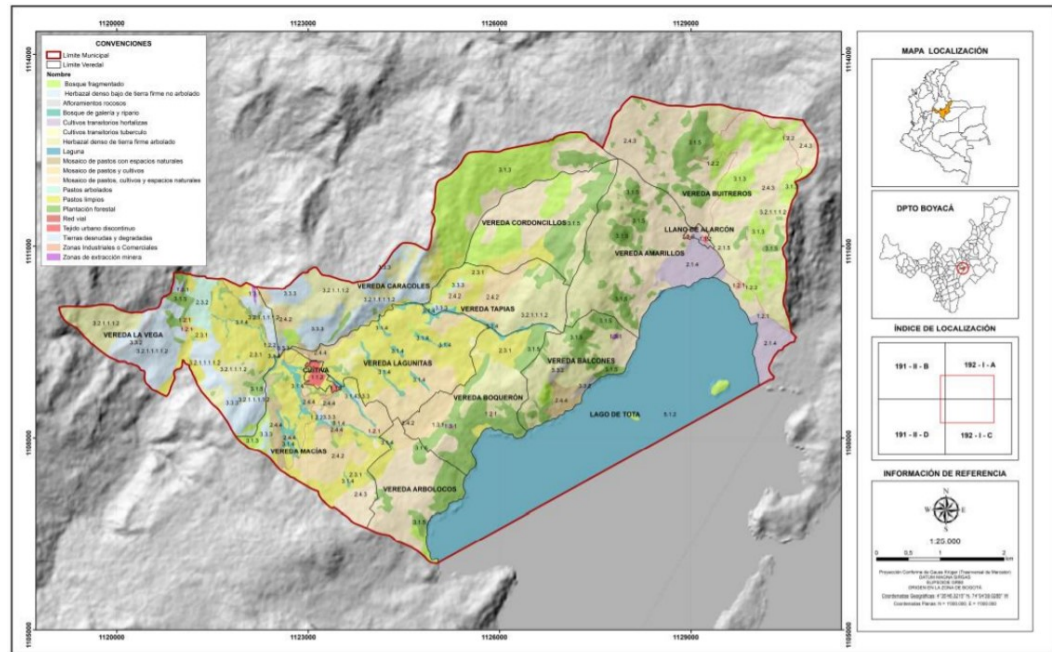
“El estado de la cubierta vegetal resulta clave para los planes de prevención porque determina, junto con otros factores, la probabilidad de ignición y el comportamiento del fuego” (Salas & Chuvieco, 1995, p. 1).

Este análisis se realiza a partir de la clasificación y calificación de la susceptibilidad ante la ocurrencia de incendios forestales para el municipio de Cuítiva, a partir del modelo

de combustible desarrollado por Páramo 2007 y adoptado por (IDEAM, 2011) el cual se basa en la condición pirogénica de la vegetación.

### Figura 7

*Coberturas de la tierra a escala 1:25000*



Fuente: Autor

#### 8.1.1. Tipo de Combustible

Se refiere al tipo de vegetación que estaría disponible para quemarse y que depende de dos factores: el primero, la cantidad de biomasa total, la cual comprende los tres estratos vegetales principales, el herbáceo, el arbustivo y el arbóreo. El segundo factor es la humedad de la vegetación, la cual se relaciona también con la humedad ambiental, así como su inflamabilidad y su combustibilidad, es decir, la facilidad de encenderse y quemarse, respectivamente, lo cual varía en función de las especies. (Plana et al., 2016 p. 7). Con el objeto de determinar la susceptibilidad por tipo de combustible, “se clasifican las coberturas vegetales en función del tipo de material dominante (árboles, arbustos,

hierbas, pasto o no combustible) frente a su facilidad de ignición” (Instituto Distrital de Gestión de Riesgo y Cambio Climático [IDIGER], 2017, p. 24).

**Tabla 5**

*Calificación de la cobertura por tipo de combustible*

| Tipo de Combustible | Categoría de Amenaza | Calificación |
|---------------------|----------------------|--------------|
| Árboles             | Baja                 | 2            |
| Árboles y arbustos  | Moderada             | 3            |
| Arbustos            | Alta                 | 4            |
| Hierbas             | Alta                 | 4            |
| Pastos / hierbas    | Muy Alta             | 5            |
| Pastos              | Muy Alta             | 5            |
| No combustibles     | Muy Baja             | 1            |
| Áreas urbanas       | Muy Baja             | 1            |

Fuente: (IDEAM, 2011, p. 36).

**Tabla 6**

*Clasificación y calificación de las coberturas vegetales por tipo de combustible para el municipio de Cúitiva*

| Nombre                                                                                                                                                                   | Tipo de Combustible | Categoría Amenaza | Calificación |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|--------------|
| Tejido urbano continuo, Zonas industriales o comerciales                                                                                                                 | Áreas urbanas       | Muy Baja          | 1            |
| Tierras desnudas y degradadas, Afloramientos rocosos, Zonas de extracción minera, Red vial y Lago                                                                        | No combustible      |                   |              |
| Bosque fragmentado, Bosque de galería y ripario, Plantación forestal                                                                                                     | Árboles             | Baja              | 2            |
| Cultivos transitorios hortalizas, Cultivo transitorio tubérculo, Pastos arbolados, Herbazal denso de tierra firme arbolado                                               | Hierbas / Arbustos  | Alta              | 4            |
| Pastos Limpios                                                                                                                                                           | Pastos              | Muy Alta          | 5            |
| Mosaico de Pastos y Cultivos, Mosaico de Cultivos Pastos y Espacios Naturales, Mosaico de Pastos con Espacios Naturales, Herbazal denso bajo de tierra firme no arbolado | Pastos / Hierbas    |                   |              |

Fuente: Autor



**Tabla 7**

*Calificación de Cobertura por Duración de Combustible*

| Duración de Combustible                     | Categoría de Amenaza | Calificación |
|---------------------------------------------|----------------------|--------------|
| No combustibles                             | Muy Baja             | 1            |
| Áreas urbanas                               | Muy Baja             | 1            |
| 100 horas (Predominio de árboles)           | Baja                 | 2            |
| 10 horas (Predominio de arbustos y hierbas) | Moderada             | 3            |
| 1 hora (Predominio de pastos)               | Alta                 | 4            |

Fuente: (IDEAM, 2011, p. 36).

**Tabla 8**

*Clasificación y calificación de las coberturas vegetales por duración de combustible para el municipio de Cútiva*

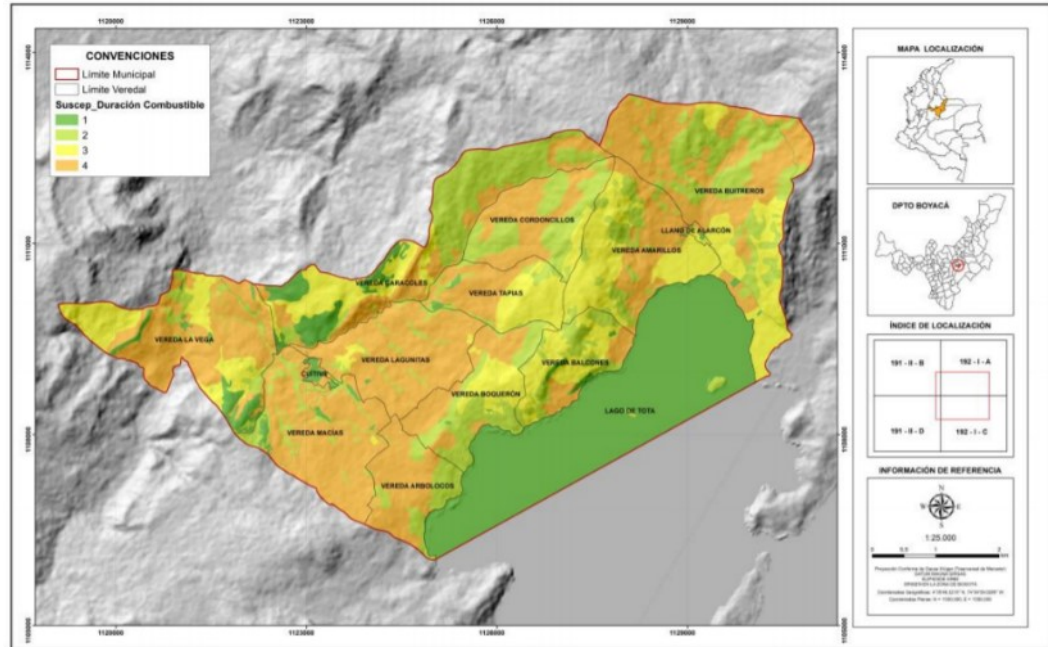
| Nombre                                                                                                                                                                                    | Duración de Combustible | Categoría Amenaza | Calificación |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------|--------------|
| Tejido urbano continuo, Zonas industriales o comerciales                                                                                                                                  | Áreas urbanas           | Muy Baja          | 1            |
| Tierras desnudas y degradadas, Afloramientos rocosos, Zonas de extracción minera, Red vial y Lago                                                                                         | No combustible          |                   |              |
| Bosque fragmentado, Bosque de galería y ripario y Plantación forestal                                                                                                                     | 100 Horas               | Baja              | 2            |
| Cultivos transitorios hortalizas, Cultivo transitorio tubérculo, Herbazal denso de tierra firme arbolado, Pastos arbolados                                                                | 10 Horas                | Moderada          | 3            |
| Pastos limpios, Mosaico de pastos y cultivos, Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, Mosaico de pastos con espacios naturales, Herbazal denso bajo de tierra firme no arbolado | 1 Hora                  | Alta              | 4            |

Fuente: Autor



**Figura 9**

*Susceptibilidad por duración de combustible*



Fuente: Autor

### 8.1.3. Carga de Combustible

Este parámetro involucra “cuatro factores fundamentales que definen la combustibilidad de la vegetación: altura, cobertura (proyección de la vegetación sobre el suelo), biomasa aérea total y humedad de la vegetación” (Páramo Rocha, 2011, p. 114).

Para determinar la susceptibilidad por carga de combustible, se realiza el análisis y categorización a partir de la Tabla 9.

**Tabla 9**

*Calificación de cobertura por carga de combustible*

| Carga de Combustible              | Categoría de Amenaza | Calificación |
|-----------------------------------|----------------------|--------------|
| No combustibles                   | Muy Baja             | 1            |
| Áreas urbanas (menos de 1 Ton/Ha) | Muy Baja             | 1            |
| Baja (1-50 Ton/Ha)                | Baja                 | 2            |
| Moderada (50 a 100 Ton/Ha)        | Moderada             | 3            |
| Muy Alta (más de 100 Ton/Ha)      | Alta                 | 4            |

Fuente: (IDEAM, 2011, p. 37).

**Tabla 10**

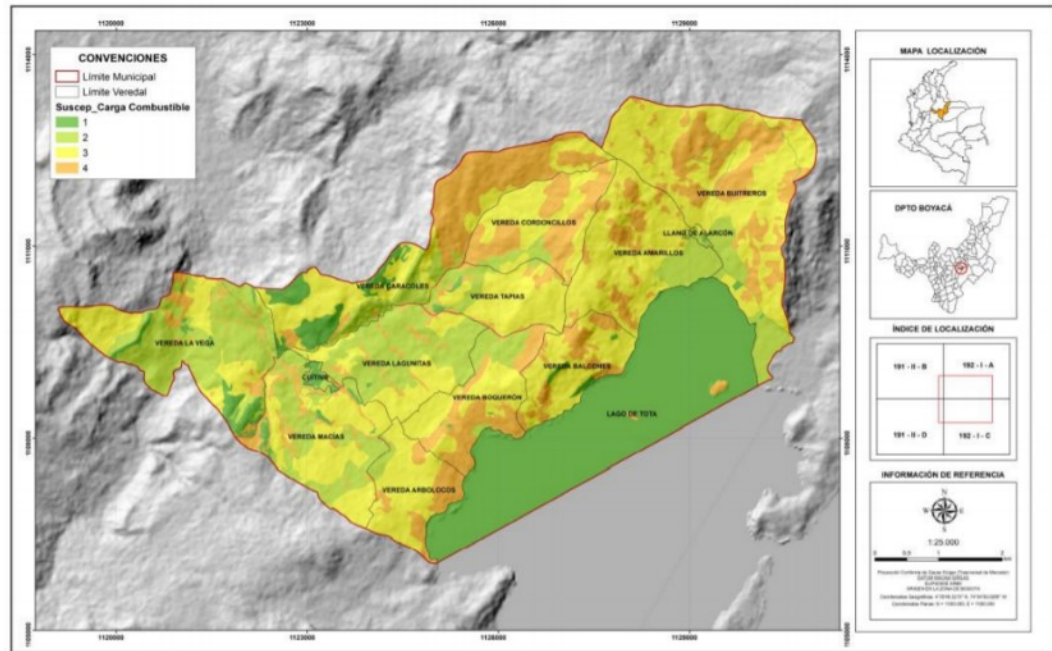
*Clasificación y calificación de las coberturas vegetales por carga de combustible*

| Nombre                                                                                                                                                                                | Carga de Combustible | Categoría Amenaza | Calificación |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------|--------------|
| Tejido urbano continuo, Zonas industriales o comerciales                                                                                                                              | Áreas urbanas        | Muy Baja          | 1            |
| Tierras desnudas y degradadas, Afloramientos rocosos, Zonas de extracción minera, Red vial y Lago                                                                                     | No combustible       |                   |              |
| Cultivos transitorios hortalizas, Cultivos transitorios tubérculos, Pastos limpios y Herbazal denso bajo de tierra firme no arbolado, Pastos arbolados, Mosaico de pastos y cultivos, | 1-50 Ton/ha          | Baja              | 2            |
| Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, Mosaico de pastos con espacios naturales, Herbazal denso de tierra firme arbolado                                                   | 50-100 Ton/ha        | Moderada          | 3            |
| Bosque fragmentado, Bosque de galería y ripario, plantación forestal                                                                                                                  | 100 Ton/ha           | Alta              | 4            |

Fuente: Autor

**Figura 10**

*Susceptibilidad por carga de combustible*



Fuente: Autor

#### 8.1.4. Mapa de Susceptibilidad de las Coberturas Vegetales a Incendios

Una vez analizado y evaluado el tipo, la duración y la carga de combustible, el paso a seguir corresponde a la realización de la suma ponderada (álgebra de mapas); “El resultado obtenido se agrupa en 5 categorías que varía entre susceptibilidad muy baja (rango menor) a susceptibilidad muy alta (rango mayor), mediante la siguiente ecuación” (IDEAM, 2011, pp. 38-39):

$$SUSC = CAL(tc) + CAL(dc) + CAL(ct) \quad \text{Dónde:}$$

SUSC: Susceptibilidad de la vegetación (susceptibilidad bruta)

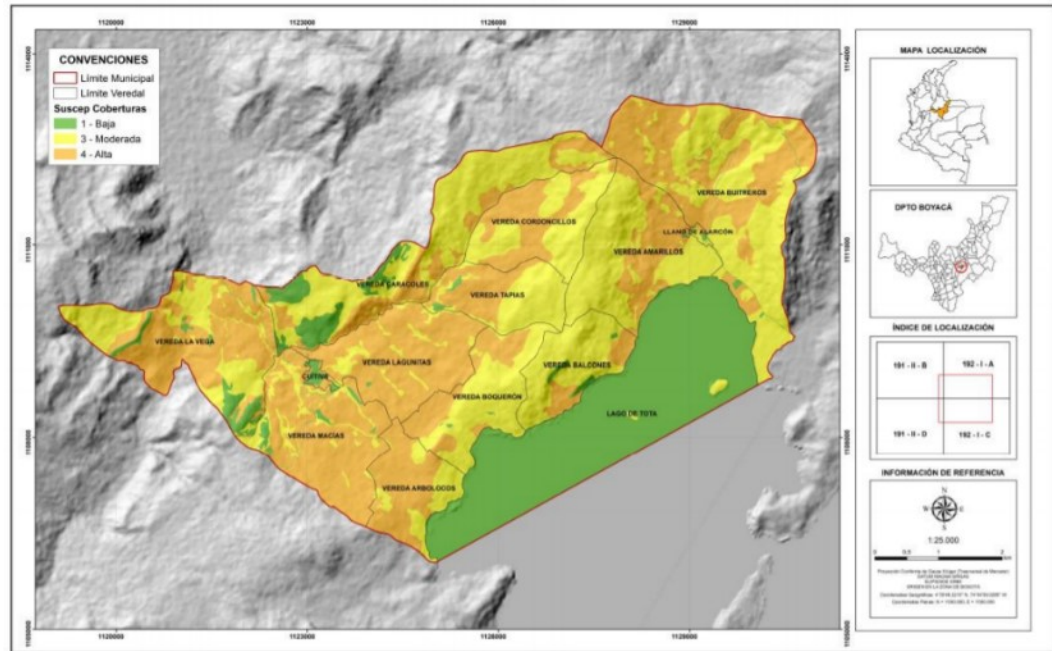
CAL (tc): Calificación por tipo de combustible

CAL (dc): Calificación de la duración de los combustibles

CAL (ct): Calificación de la carga total de combustibles

**Figura 11**

*Susceptibilidad de la cobertura vegetal a incendios*



Fuente: Autor

## 8.2. Factor Relieve

Mérida (como se citó en IDIGER, 2017) menciona que “la topografía y el relieve del terreno son aspectos importantes a considerar en el análisis de amenaza por incendios forestales, puesto que la pendiente del terreno define la propagación y el comportamiento del fuego”, lo cual se debe a que “aguas arriba los fenómenos de convección y radiación son más eficientes; por ello, mientras más inclinadas sean las laderas, mayor será la velocidad de propagación del fuego” (p.34).

Este parámetro se evalúa a partir del modelo digital de elevación, el cual tiene una resolución espacial 12,5 m, en primer lugar, se realiza una corrección del DEM en el software ArcGIS con el geo proceso Fill y posteriormente con el uso de la herramienta

Slope se realiza el cálculo de las pendientes en porcentajes asignando los rangos y calificaciones de la susceptibilidad con base en la Tabla 11.

**Tabla 11**

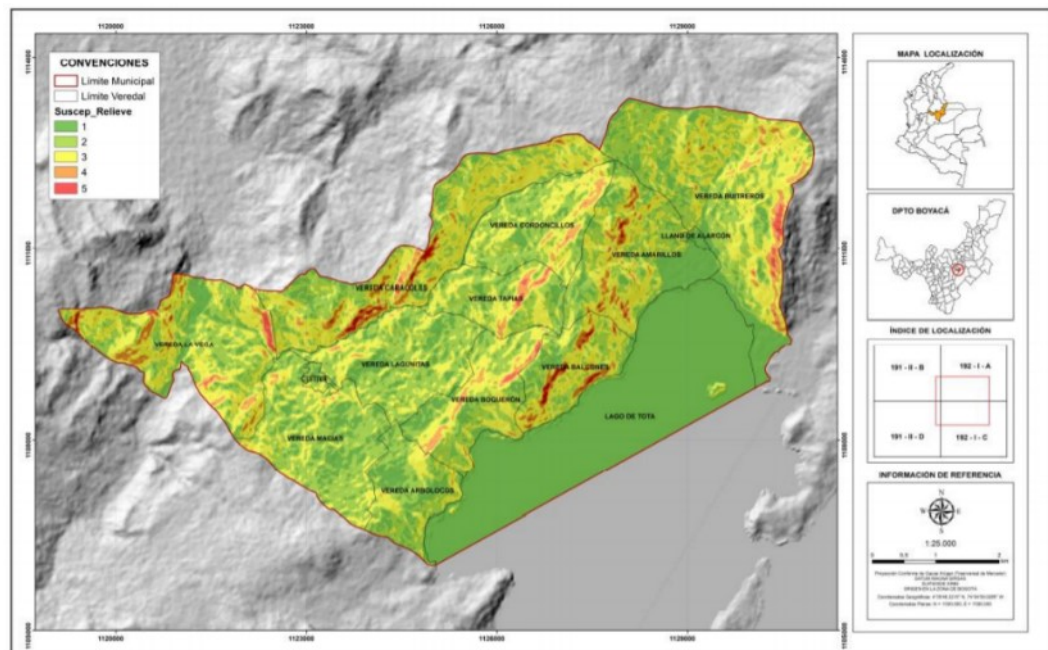
*Clasificación del factor Pendiente.*

| Pendiente (%) | Calificación |
|---------------|--------------|
| 0 – 3 %       | 1            |
| 4 – 7 %       | 1            |
| 8 – 12 %      | 1            |
| 13 – 25 %     | 2            |
| 26 – 50 %     | 3            |
| 51 – 75 %     | 4            |
| 76 – 100 %    | 5            |

Fuente: (IDIGER, 2017, p. 34)

**Figura 12**

*Susceptibilidad por el factor relieve*



Fuente: Autor

### 8.3. Factor Climático

“El clima es uno de los factores de fundamental importancia en la generación y la propagación de los incendios forestales, ya que determina la duración y la severidad de las estaciones secas y calurosas en un área geográfica determinada” (IDEAM, 2011, pp. 32-33)

A este componente se incorporan tres variables no consideradas en la guía de referencia de trabajo como son dirección de vientos, brillo solar y solana umbría; como antecedente de aplicación se tienen en el estudio “Zonificación de amenazas por incendios forestales en el sector rural del municipio de Tota Boyacá con el empleo de SIG” (Arias Murcia, 2016), pese a que en dicho proyecto incluya las variables en comento, los pesos asignados difieren a los del presente estudio, ya que aquí se parte del concepto de la teoría del triángulo del comportamiento del fuego, y por ende las variables influyentes en el grado de intensidad, aduciendo que debe existir un equilibrio entre meteorología, topografía y combustible por ende el factor clima tomara un peso total de 30% en la zonificación de amenaza distribuido así:

$$\text{Factor clima} = (\text{Temperatura} * (0.1) + \text{Precipitación} * (0.1) + \text{Dirección\_vientos} * (0.03) + \text{Brillo\_solar} * (0.03) + \text{Solana\_umbría} * (0,04))$$

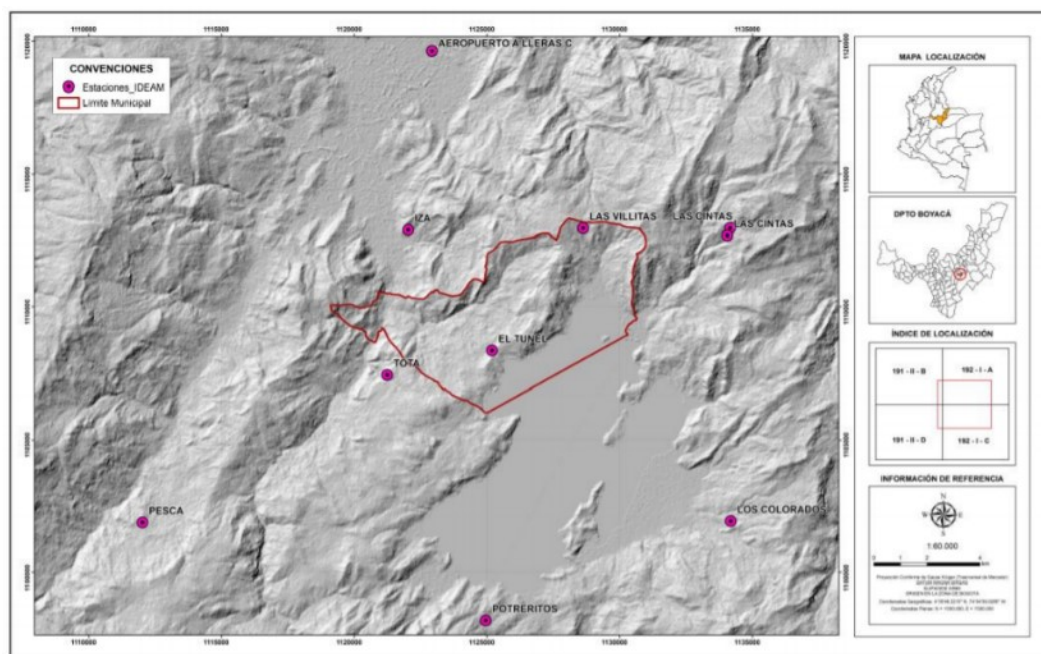
#### 8.3.1. *Precipitación Media Anual*

Para el análisis de la incidencia de este parámetro se hace uso del Banco de datos del IDEAM y el registro disponible de Datos Abiertos de consulta en línea (datos.gov.co), obteniendo así registro de precipitación media anual multianual para diez estaciones

meteorológicas de las cuales dos se localizan dentro del área de estudio y ocho se distribuyen espacialmente en zonas aledañas ver Figura 13 y Tabla 12.

**Figura 13**

*Distribución espacial de las estaciones - IDEAM*



Fuente: Autor

**Tabla 12**

*Registro de precipitación media anual - multianual*

| Código   | Estación                | Este        | Norte       | Altitud (m.s.n.m.) | Precipitación Media Anual |
|----------|-------------------------|-------------|-------------|--------------------|---------------------------|
| 24035340 | Aeropuerto A, Lleras C. | 1122924,938 | 1119629,90  | 2500               | 745,6                     |
| 24030230 | Iza                     | 1122030,954 | 1112909,51  | 2470               | 677,3                     |
| 24030120 | Pesca                   | 1112021,75  | 1101875,49  | 2678               | 662,1                     |
| 35095090 | Las Cintas              | 1134157,262 | 1112985,081 | 3450               | 1207,8                    |
| 35190010 | Las Cintas              | 1134047,026 | 1112705,256 | 3400               | 1170,8                    |
| 35095070 | Los Colorados           | 1134179,94  | 1101924,169 | 3400               | 1349,8                    |
| 35095050 | Potreritos              | 1124951,051 | 1098219,193 | 3225               | 836,3                     |
| 35095060 | Tota                    | 1121239,633 | 1107429,389 | 2900               | 721,5                     |
| 35095030 | El Túnel                | 1125187,339 | 1108349,018 | 3000               | 747,8                     |
| 35095080 | Las Villitas            | 1128616,66  | 1112973,856 | 3150               | 848,0                     |

Fuente: Datos del estudio basados en IDEAM y <https://www.datos.gov.co/>

Para la determinación de las isolíneas de precipitación media multianual, se realizan cuatro interpolaciones con métodos Geo estadísticos disponibles en el software ArcGIS, determinando el que presente menor error que será el método que ofrecerá la mayor confiabilidad del procesamiento.

Para ello se encuentra el método de Distancia Inversa Ponderada (IDW), es una herramienta de interpolación determinista, rápido que se basa en suponer explícitamente que los datos que están más cerca el uno del otro son más parecidos que los que están más alejados, por lo tanto, este método utiliza para la predicción en el espacio no medido, los datos que rodean la ubicación de predicción. IDW supone que cada punto medido tiene una influencia local que disminuye con la distancia, por lo que da mayores pesos a los puntos más cercanos a la ubicación de predicción. (ESRI, s.f.)

El método Kriging, el cual supone que al menos parte de la variación espacial observada en los fenómenos naturales puede ser modelado por procesos aleatorios con autocorrelación espacial. Las técnicas de Kriging pueden usarse para describir y modelar patrones espaciales, predecir valores en ubicaciones no medidas y evaluar la incertidumbre asociada con un valor pronosticado en las ubicaciones no medidas. (Oliver, 1990, pp. 313-332)

“El método Kriging supone que la distancia o dirección entre los datos medidos refleja una correlación espacial que puede usarse para explicar la variación en la superficie” (ESRI, s.f.).

La caja de herramientas “Geostatistical Wizard” ofrece varios tipos de interpolación por el método Kriging, cada uno para diferentes tipos de datos, de los cuales



se utilizaron el método Kriging ordinario, Kriging simple, Kriging universal y Kriging Bayesiano empírico (EBK).

El procesamiento consta en realidad de un CoKriging se considera una variable adicional a la variable de análisis principal; en este caso la variable principal corresponde a la precipitación media multianual y como segunda variable se inserta el modelo digital de elevación DEM, con el fin de considerar la variación o el cambio de la precipitación con la altitud.

La Tabla 13 contiene el registro del error promedio generado de la interpolación de la precipitación media anual.

**Tabla 13**

*Error promedio generado de la interpolación de precipitación media anual*

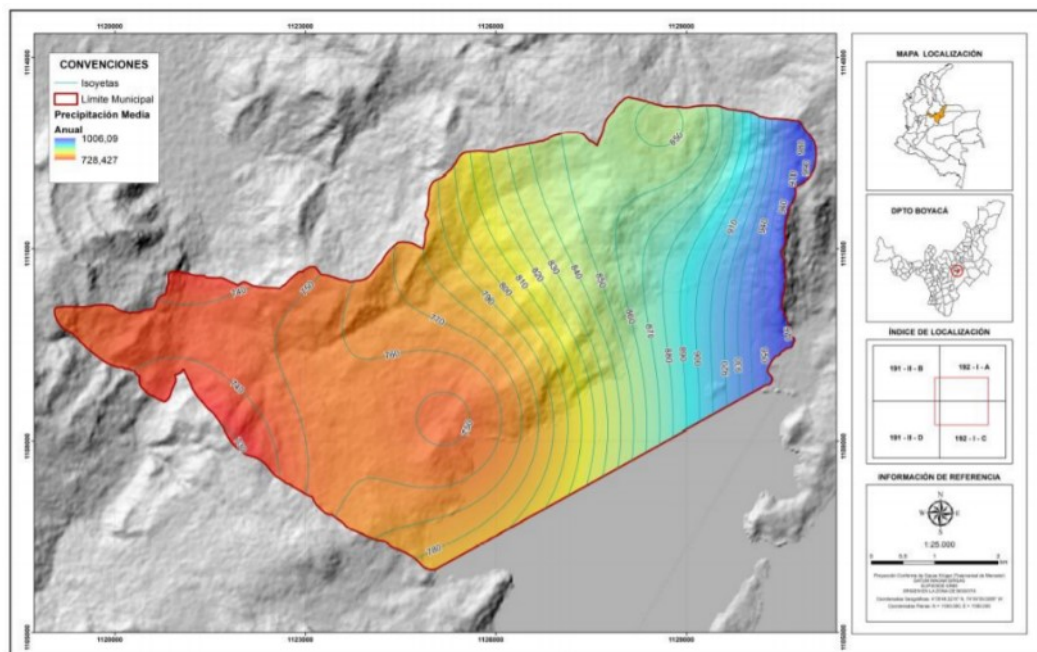
| <b>Método</b>                    | <b>Error medio (%)</b> |
|----------------------------------|------------------------|
| IDW                              | 0,64                   |
| Kriging ordinario                | 5,77                   |
| Kriging simple                   | 1,23                   |
| Empirical Bayesian Kriging (EBK) | 20,4                   |
| Kriging universal                | 8,36                   |

Fuente: Autor

De acuerdo a los registros de la Tabla 13 el método que mejor modela los datos de precipitación media multianual, es IDW, ver Figura 14.

**Figura 14**

*Precipitación media anual*



Fuente: Autor

La categorización y calificación por precipitación media anual se realiza atendiendo los parámetros establecidos en el “Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal” del IDEAM.

**Tabla 14**

*Calificación Precipitación*

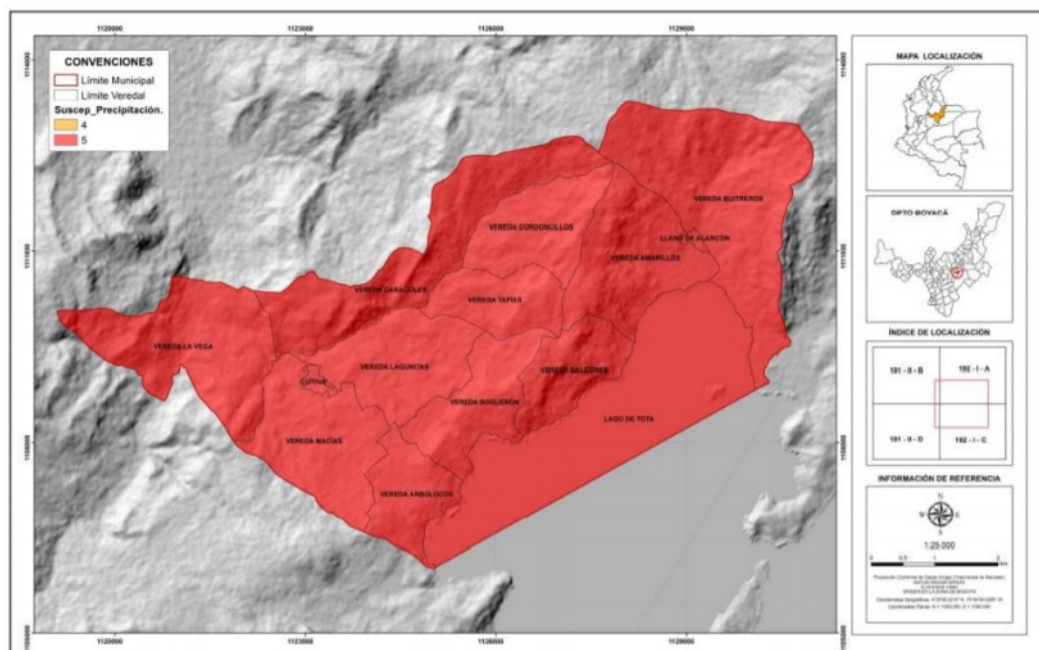
| Precipitación Media Anual (mm) | Categoría de Amenaza | Calificación |
|--------------------------------|----------------------|--------------|
| Árido (0-500)                  | Muy Baja             | 1            |
| Pluvial (>7000)                | Muy Baja             | 1            |
| Muy húmedo (3000-7000)         | Moderada             | 2            |
| Húmedo (2000-3000)             | Moderada             | 3            |
| Seco (1000-2000)               | Alta                 | 4            |
| Muy seco (500-1000)            | Muy Alta             | 5            |

Fuente: (IDEAM, 2011, p. 39).

Los datos de precipitación media anual en el municipio de Cúitiva oscilan entre 728,427 mm y 1006,09 mm dando como resultado la predominancia por categoría de amenaza muy alta, ver Figura 15.

**Figura 15**

*Amenaza por precipitación media anual*



Fuente: Autor

### 8.3.2. Temperatura Media Anual

“Los efectos de la temperatura, sobre todo cuando es elevada y persistente, se traducen en desecación progresiva de la vegetación que puede alcanzar extremos de sequía” (Boulandier Herrera et al., 2001, p. 137).

En el área de estudio se cuenta con una sola estación climatológica ordinaria denominada El Túnel que posee registros de temperatura. Con el objeto de analizar la influencia de este parámetro en los incendios de la cobertura vegetal y teniendo en cuenta que sus efectos son predominantemente durante el día; se hace uso de la información de

---

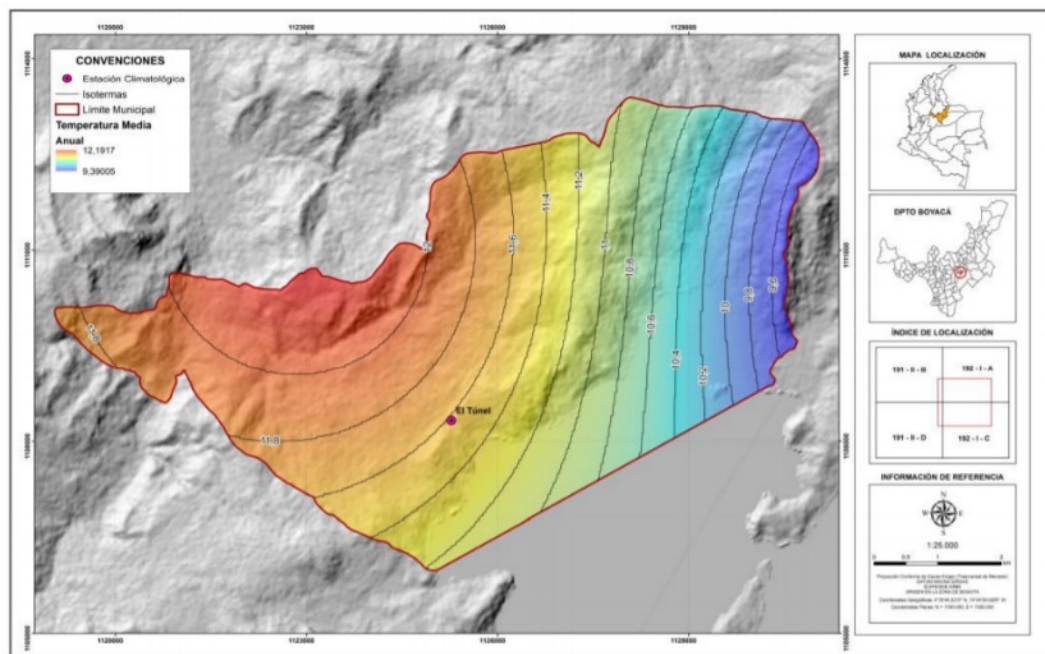
temperatura superficial media anual diurna obtenida de (NASA Earth Observations [NEO], 2020) en formato ráster, con una resolución espacial de 0.1 grados, cuyos datos son tomados de las Mediciones Infrarrojas Térmicas del Espectro Radiómetro de Imágenes de Resolución Moderada (MODIS), que se encuentra a bordo del satélite Terra de la NASA.

Para extraer la información se siguieron los siguientes pasos

- Como primera medida se realizó la descarga de las imágenes de temperatura superficial media anual diurna en formato raster
- A partir del shapefile de las estaciones del IDEAM disponibles en la zona y las imágenes descargadas se procede con la herramienta extract multi values to points de Arcgis, a tomar el valor del píxel correspondiente a la temperatura de cada estación, por los doce meses de cada año en la tabla de atributos, posteriormente se realiza interpolación con la herramienta IDW, obteniendo un raster de temperatura media anual para la zona de estudio y corroborada con los datos climatológicos de la estación El Túnel.

**Figura 16**

*Temperatura media anual*



Fuente: Autor

Los resultados de la Figura 16 son validados con los registros de la estación El Túnel Tabla 15.

**Tabla 15**

*Registro de temperatura media anual - multianual*

| Código   | Estación | Este        | Norte       | Altitud (m.s.n.m.) | Temperatura Media Anual |
|----------|----------|-------------|-------------|--------------------|-------------------------|
| 35095030 | El Túnel | 1125187,339 | 1108349,018 | 3000               | 11,5                    |

Fuente: Autor basado en datos del IDEAM

La categorización y calificación por temperatura media anual establecida en el Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal corresponde a la Tabla 16.

**Tabla 16**

*Calificación Temperatura*

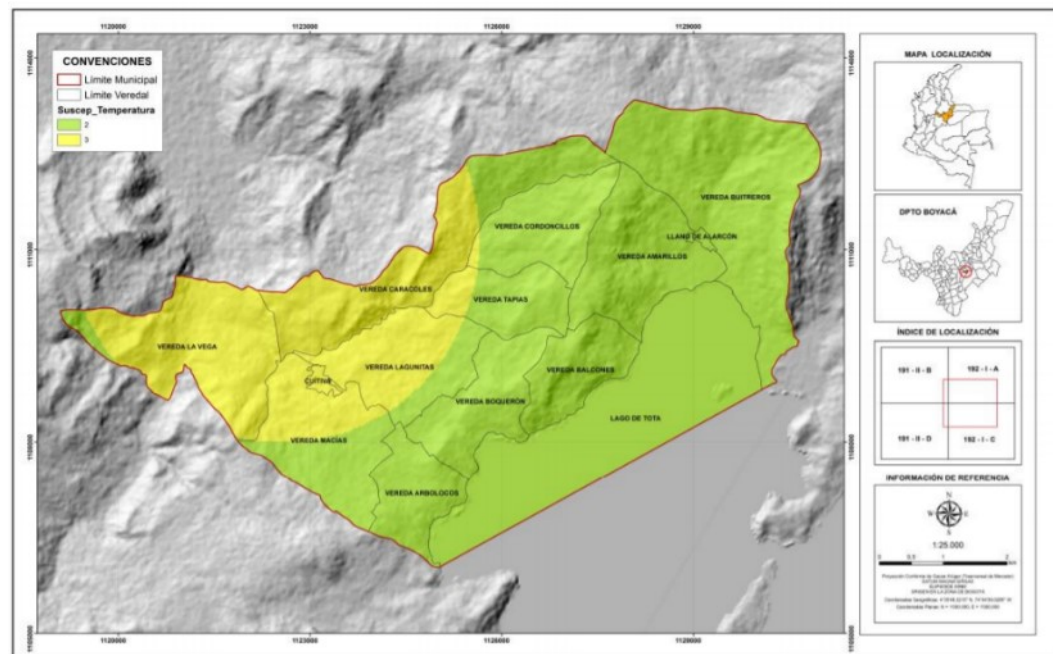
| Temperatura Media Anual (°C) | Categoría de Amenaza | Calificación |
|------------------------------|----------------------|--------------|
| Nival (<1.5)                 | Muy Baja             | 1            |
| Extremadamente frío (1.5-6)  | Muy Baja             | 1            |
| Muy frío (6-12)              | Moderada             | 2            |
| Frío (12-18)                 | Moderada             | 3            |
| Templado (18-24)             | Alta                 | 4            |
| Cálido (>24)                 | Muy Alta             | 5            |

Fuente: (IDEAM, 2011, p. 39).

Con la finalidad de ajustar el parámetro de forma local y por conocimiento del área de estudio me permito realizar la modificación de los rangos de calificación quedando así: De (11,6 - 18) calificación tres y de (6 - 11,6) calificación dos.

**Figura 17**

*Amenaza por temperatura media anual*



Fuente: Autor

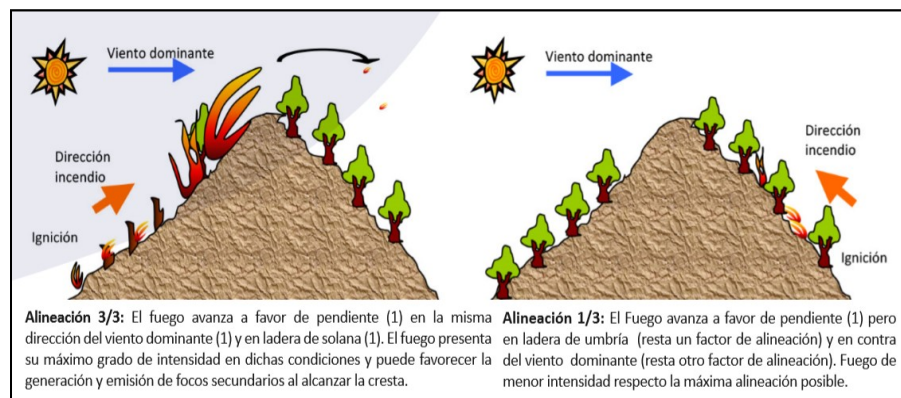
### 8.3.3. Dirección de Vientos Predominantes

El viento se define como una masa de aire que se desplaza desde zonas de presión elevada hasta zonas de baja presión. La variación de la velocidad y dirección de los vientos se deben a varios factores entre ellos el cambio de altura, presión y variación de la topografía del terreno. (Arias Murcia, 2016, p. 32)

“La combinación de factores orientación, pendiente y dirección del viento permite definir lo que se conoce como alineaciones del fuego, cuando estas fuerzas están a favor de la propagación hablamos de máxima alineación y cabe esperar el peor comportamiento” (Plana et al., 2016 p. 9).

**Figura 18**

*Representación de las alineaciones de fuego*

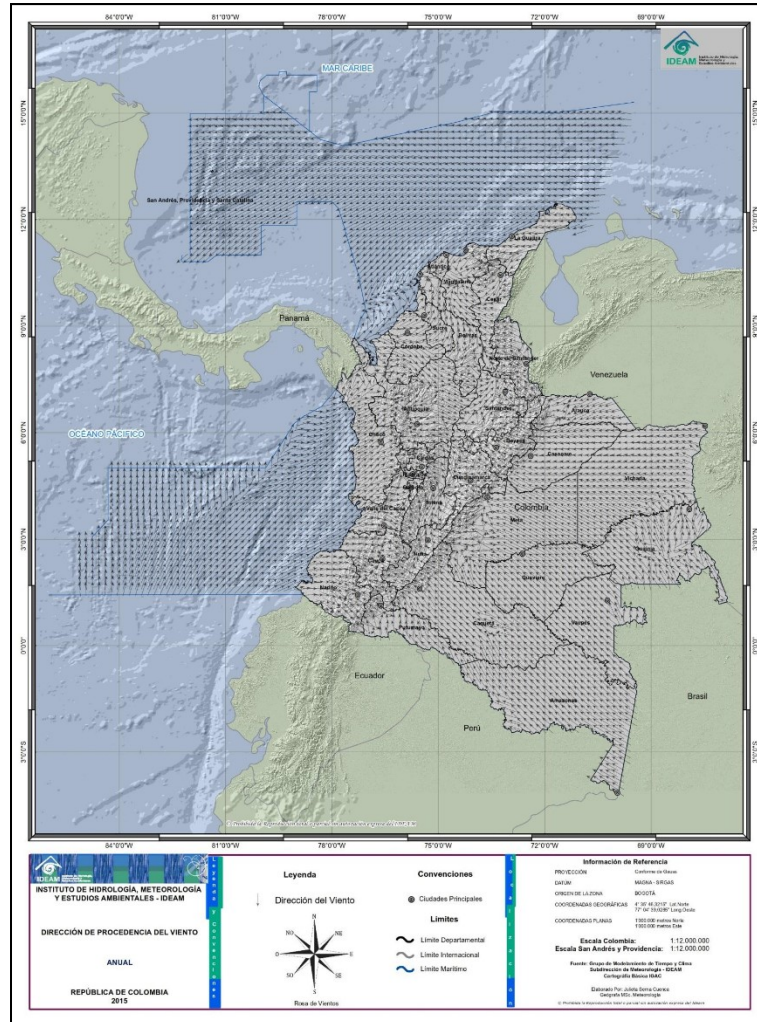


Fuente: (Plana et al., 2016 p. 9).

Al respecto es conveniente incorporar la dirección de los vientos predominantes en la evaluación de la amenaza por incendios de la cobertura vegetal y teniendo en cuenta que las estaciones climatológicas de la zona no disponen de esta información, se toma como base el mapa de dirección de procedencia del viento multianual elaborado por el IDEAM, 2015, donde se evidencia que la dirección preferencial de los vientos en el área en estudio es del Este al Oeste ver Figura 19.

**Figura 19**

*Dirección de procedencia del viento*



Fuente: [http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/Direccion\\_13.pdf](http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/Direccion_13.pdf)

Tomando como referencia el análisis y procesamiento realizado en el estudio de “Zonificación de amenazas por incendios forestales en el sector rural del municipio de Tota Boyacá con el empleo de SIG” (Arias Murcia, 2016). Se hace uso del modelo digital de elevación DEM y con ayuda del software ArcGIS 10.7 y el geo procesamiento Aspect, se halla la dirección de la pendiente, seguidamente se reclasifica en 5 categorías con la herramienta Reclassify teniendo en cuenta los rangos de la Tabla 17, donde se especifica



que si la pendiente y la dirección del viento se encuentra alineadas la probabilidad de propagación es inminente ver Figura 20.

**Tabla 17**

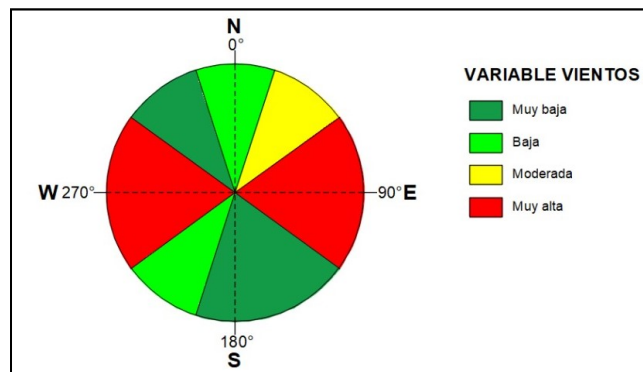
*Rangos de calificación para el componente de viento*

| Dirección ladera                 | Grados  | Calificación |
|----------------------------------|---------|--------------|
| Semiperpendicular a la pendiente | 162-198 | 1            |
|                                  | 126-162 | 1            |
|                                  | 306-342 | 1            |
|                                  | 342-18  | 2            |
|                                  | 198-234 | 2            |
| Pendiente arriba                 | 18-54   | 3            |
|                                  | 90-126  | 5            |
|                                  | 54-90   | 5            |
| A favor del viento               | 270-306 | 5            |
|                                  | 234-270 | 5            |
| Sin pendiente                    | -1      | 1            |

Fuente: Modificado de (Arias Murcia, 2016, p. 37).

**Figura 20**

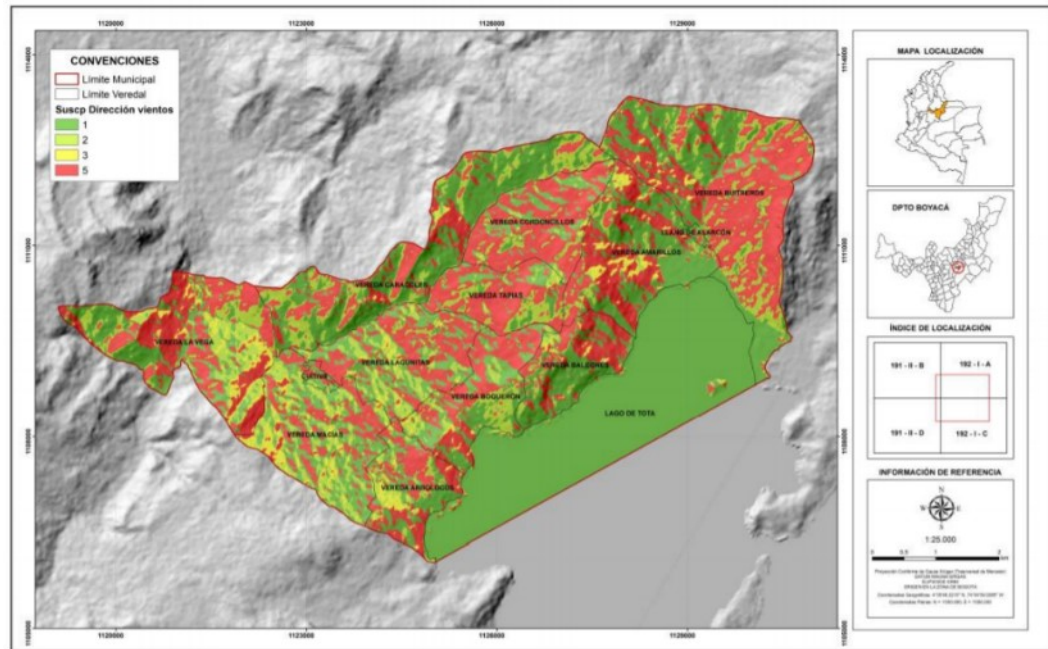
*Distribución de la alineación pendiente y dirección preferente del viento*



Fuente: Autor basado en (Arias Murcia, 2016, p. 37).

**Figura 21**

*Susceptibilidad por dirección de vientos predominantes*



Fuente: Autor

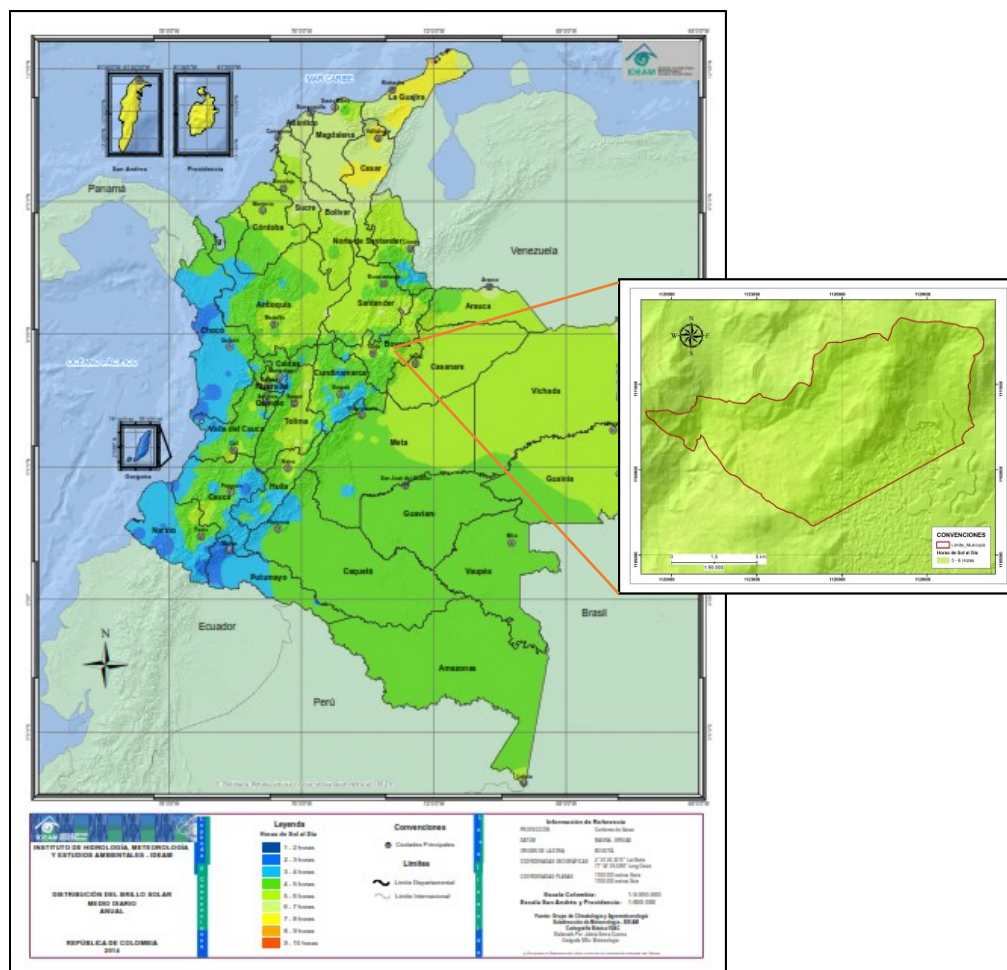
#### 8.3.4. Brillo Solar

Otra forma de conocer la radiación del Sol es a través de la medición del brillo solar o insolación, que se asocia a la cantidad de tiempo durante el cual la superficie del suelo es irradiada por la radiación solar directa. (IDEAM, 2018)

Retomando la recomendación del protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal se incorpora el componente de brillo solar; una vez analizada la información disponible se identifica que en el área de estudio únicamente se dispone de una estación climatológica ordinaria (El Túnel) la cual se tiene en cuenta como dato de referencia y se opta por hacer uso del mapa de distribución del brillo solar medio diario multianual elaborado (IDEAM, 2014). Evitando que el análisis espacial quede limitado.

**Figura 22**

*Mapa de distribución del brillo solar medio diario anual*



Fuente: Modificado de [http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/Brillo\\_Solar\\_13.pdf](http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/Brillo_Solar_13.pdf)

**Tabla 18**

*Registro de brillo solar medio diario - multianual*

| Código   | Estación | Este        | Norte       | Altitud (m.s.n.m.) | Brillo solar medio diario multianual |
|----------|----------|-------------|-------------|--------------------|--------------------------------------|
| 35095030 | El Túnel | 1125187,339 | 1108349,018 | 3000               | 5,3                                  |

Fuente: Autor basados en datos del IDEAM

Con base en la Figura 22 la distribución del brillo solar medio diario anual se encuentra en el rango de 5 – 6 horas y en relación a la estación climatológica ubicada dentro del área de estudio Tabla 19 reporta 5,3 horas; de conformidad con lo mencionado se realiza la categorización y calificación.

**Tabla 19**

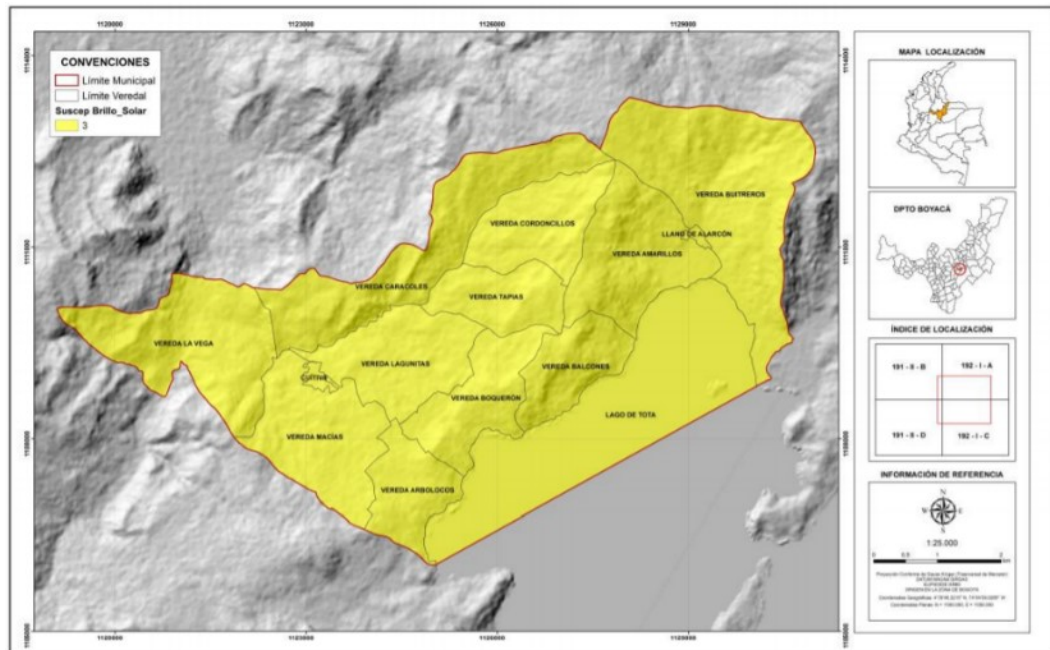
*Calificación de brillo solar*

| Rangos brillo solar por hora | Categoría | Clasificación |
|------------------------------|-----------|---------------|
| 0-3                          | Muy Baja  | 1             |
| 3-5                          | Baja      | 2             |
| 5-6                          | Moderada  | 3             |
| 6-8                          | Alta      | 4             |
| >9                           | Muy Alta  | 5             |

Fuente: (Arias Murcia, 2016, p. 48).

**Figura 23**

*Susceptibilidad por brillo solar*



Fuente: Autor

### 8.3.5. Solana – umbría

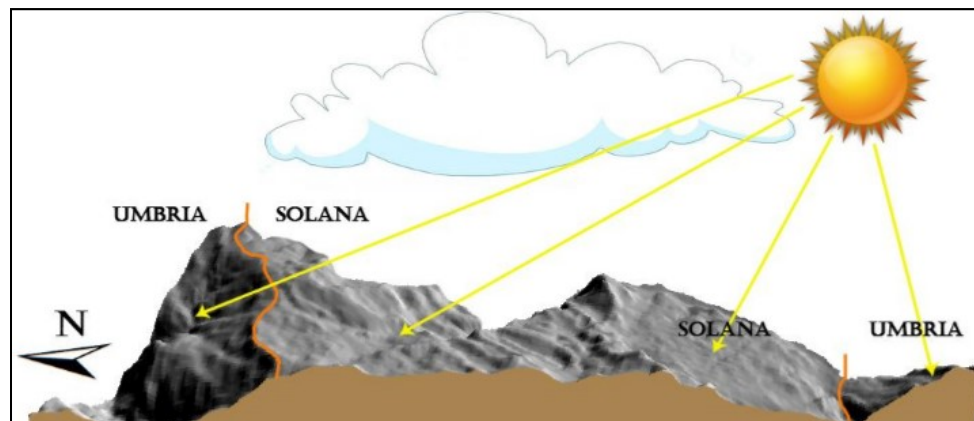
Se refiere a las áreas de exposición directa e indirecta al sol, las cuales dependen principalmente de la posición, es decir, si se encuentra en el hemisferio norte o sur.

**Solana:** Son laderas orientadas al sur en zonas montañosas con inclinación donde los rayos llegan más perpendiculares, la insolación o radiación recibida es directa generando mayor calentamiento y por ende evaporación. En estas zonas son más probables a presentar incendios.

**Umbría:** Son laderas orientadas al norte en zonas montañosas con inclinación donde los rayos del sol que llegan son oblicuos llegando menos radiación, es decir zonas de sombras orográficas, allí tarda más el suelo en secarse y la vegetación es más sana. En estas zonas son menos probables los incendios (Arias Murcia, 2016, p. 38).

#### Figura 24

*Ubicación de la solana y umbría*



Fuente: (Arias Murcia, 2016, p. 38).

La inclusión y análisis de este parámetro se efectúa teniendo en cuenta lo descrito por Arias Murcia, (2016) donde explica que:

El mapa de solana y umbría como detonante de exposición, se realiza con base en el Modelo digital de elevación de JAXA (DEM) y con la herramienta de Arcgis Aspect, la cual genera la dirección de la pendiente a partir del norte dando valores de 0 a 360 grados en zonas con pendiente y -1 en zonas plana (p. 39).

Posteriormente se realiza la categorización y calificación de acuerdo a la Tabla 20 y la figura 25.

**Tabla 20**

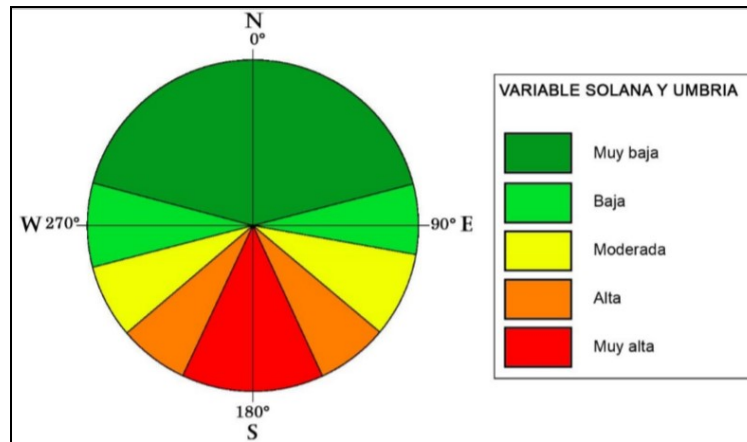
*Calificaciones de dirección de pendiente para solana y umbría*

| Terreno en Hemisferio Norte | Dirección de la pendiente Grados | Calificación |
|-----------------------------|----------------------------------|--------------|
| Solana                      | 155-205                          | 5            |
|                             | 205-230                          | 4            |
|                             | 130-155                          | 4            |
|                             | 105-130                          | 3            |
|                             | 230-255                          | 3            |
| Solana - Umbría             | 80-105                           | 2            |
|                             | 255-280                          | 2            |
| Umbría                      | 280-360                          | 1            |
|                             | 0-80                             | 1            |
| Sin pendiente               | -1                               | 1            |

Fuente: (Arias Murcia, 2016, p. 39).

**Figura 25**

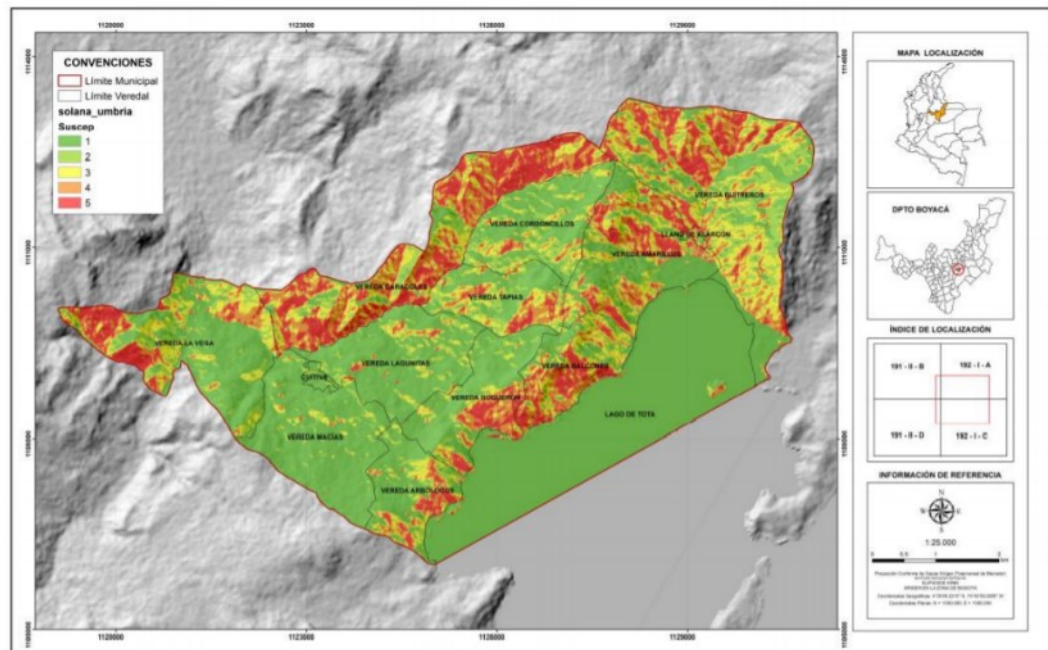
*Gráfica de distribución de dirección de la pendiente según calificación*



Fuente: (Arias Murcia, 2016, p. 40).

**Figura 26**

*Susceptibilidad por solana - umbria*



Fuente: Autor

#### 8.4. Factor Histórico

El primer paso para la evaluación de este factor consistió en la recopilación de información de los eventos históricos disponibles en la oficina de Gestión del Riesgo Municipal; de la cual se realizó un análisis evidenciando limitación de datos estimados, en cuanto a área, tipo de cobertura afectada y localización, lo que impide el desarrollo de un análisis espacial detallado adecuado sobre la incidencia histórica del fuego.

En este sentido, y con el objeto de centrar el análisis en el comportamiento espacial y temporal que presentan los incendios, se efectuó un trabajo con la comunidad a través de entrevistas obteniendo información de la localización y fecha aproximada de los eventos presentados en el periodo de 2006 a marzo de 2020, información incorporada en una base de datos georeferenciada que permite el análisis espacial; con la ayuda del software ArcGIS y la herramienta Kernel Density se genera el cálculo de la susceptibilidad del factor histórico por incendios de la cobertura vegetal.

**Tabla 21**

*Registro histórico de incendios*

| ID | Fecha Evento | Este       | Norte      |
|----|--------------|------------|------------|
| 1  | 2-ene-20     | 1130497,96 | 1110078,4  |
| 2  | 1-mar-20     | 1129094,6  | 1112605,13 |
| 4  | 5-mar-20     | 1129086,98 | 1112926,19 |
| 4  | 10-mar-20    | 1128844,41 | 1112674,73 |
| 5  | 18-feb-20    | 1130222,57 | 1109610,53 |
| 6  | ene-20       | 1128993,21 | 1112540,64 |
| 7  | 27-feb-20    | 1122823,63 | 1108934,89 |
| 8  | 4-mar-20     | 1122834,11 | 1108888,32 |
| 9  | 11-mar-20    | 1122849,98 | 1108759,1  |
| 10 | 11-feb-20    | 1123201,89 | 1109136,85 |
| 11 | 5-feb-20     | 1128320,6  | 1112332,39 |
| 12 | 21-ene-20    | 1122415,29 | 1108132,42 |

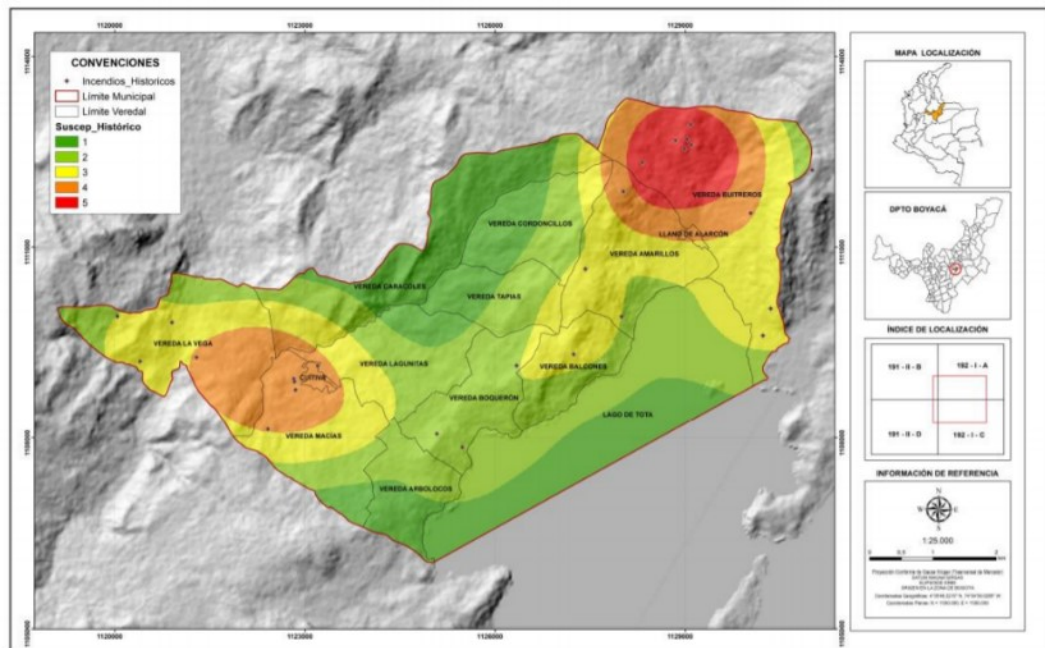


| ID | Fecha Evento | Este       | Norte      |
|----|--------------|------------|------------|
| 14 | 15-mar-20    | 1120038,17 | 1109913,44 |
| 15 | ene-06       | 1126338,12 | 1109141,08 |
| 16 | ene-12       | 1125482,15 | 1107846,6  |
| 17 | jul-14       | 1130031,8  | 1111530,66 |
| 18 | nov-14       | 1127424,14 | 1110651,58 |
| 19 | nov-13       | 1129030,48 | 1112693,7  |
| 20 | ene-15       | 1128021,37 | 1111874,09 |
| 21 | dic-15       | 1120900,76 | 1109819,47 |
| 22 | ene-14       | 1120396,71 | 1109208,3  |
| 23 | ene-07       | 1121290,31 | 1109270,96 |
| 24 | jul-15       | 1130345,64 | 1110029,04 |
| 25 | feb-14       | 1131001,49 | 1112210,8  |
| 26 | nov-12       | 1127237,26 | 1109319,64 |
| 27 | nov-13       | 1127996,53 | 1109903,71 |
| 28 | feb-14       | 1125079,95 | 1108058,95 |

Fuente: Autor

**Figura 27**

*Susceptibilidad por el factor de histórico*



Fuente: Autor

## 8.5. Accesibilidad

Bowman et al., 2011 (como se citó en Opazo & Chuvieco, 2013), afirman que “La influencia humana condiciona gran parte de los procesos ecológicos en el planeta, incluyéndose en este punto los incendios forestales”. Es decir, que como se señaló previamente, desde una visión global, gran parte de los incendios están relacionados con las actividades humanas, exceptuando las zonas menos pobladas, como es el caso de los bosques boreales, donde los rayos son los causantes de aproximadamente el 80% del área quemada. Algunos estudios llevados a cabo en ambientes mediterráneos, demuestran que el hombre es responsable de alrededor del 90% de los incendios.

Para el análisis de este parámetro se hace uso de la cartografía a escala 1:25000 en almacenamiento Geodatabase del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2013), específicamente del feature class vías, el cual se actualizó a la imagen de alta resolución de Google Maps obtenida de SAS Planet; a partir de aquí se toman las vías intermunicipales e interveredales y se genera cinco zonas de buffer Tabla 21, que representan la facilidad de acceso de la población a las áreas forestales existiendo una alta probabilidad de generar focos de incendios como se mencionó anteriormente.

**Tabla 22**

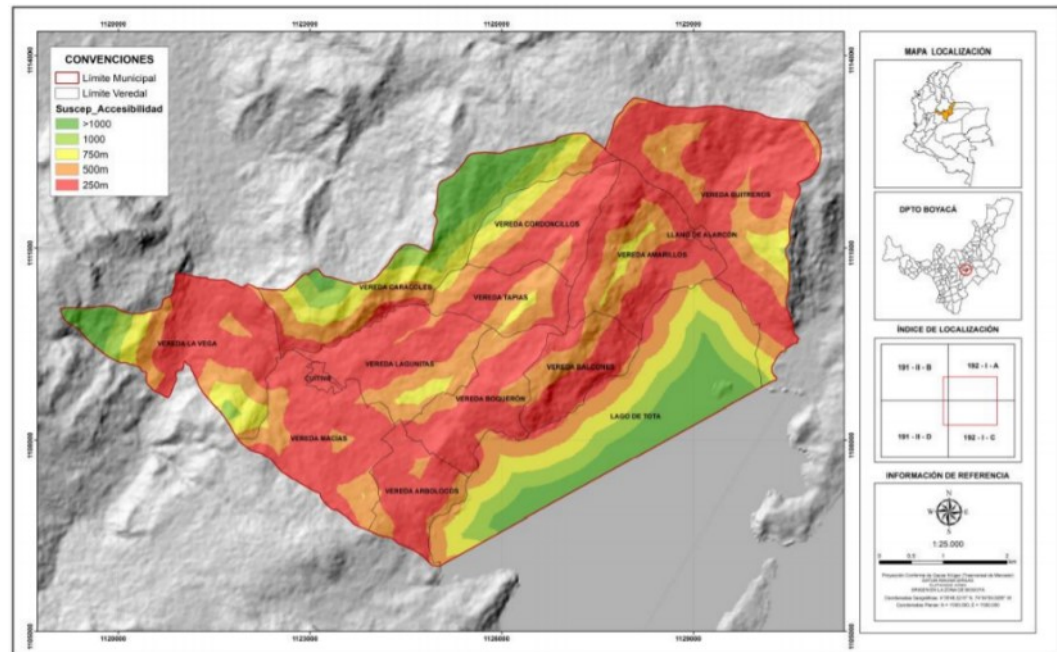
*Calificación de susceptibilidad por accesibilidad*

| Accesibilidad | Calificación |
|---------------|--------------|
| 250           | 5            |
| 500           | 4            |
| 750           | 3            |
| 1000          | 2            |
| >1000         | 1            |

Fuente: (IDIGER, 2017, p. 36)

**Figura 28**

*Susceptibilidad por accesibilidad*



Fuente: Autor

## Resultados

### 9.1. Zonificación de Amenaza por Incendios de la Cobertura Vegetal

Finalmente, el objeto de este proyecto compete realizar la zonificación de amenazas por incendios de la cobertura vegetal para el municipio de Cúitiva Boyacá a escala 1:25000; una vez hecho el desarrollo metodológico se genera una suma ponderada, mediante la herramienta álgebra de mapas del software ArcGIS y la ecuación:

$$\text{Amenaza} = (S_{\text{vegetación}} * (0,3) + \text{Relieve} * (0,3) + (\text{Factor histórico} * (0,3) + \text{Histórico} * (0,05) + \text{Accesibilidad} * (0,05))$$

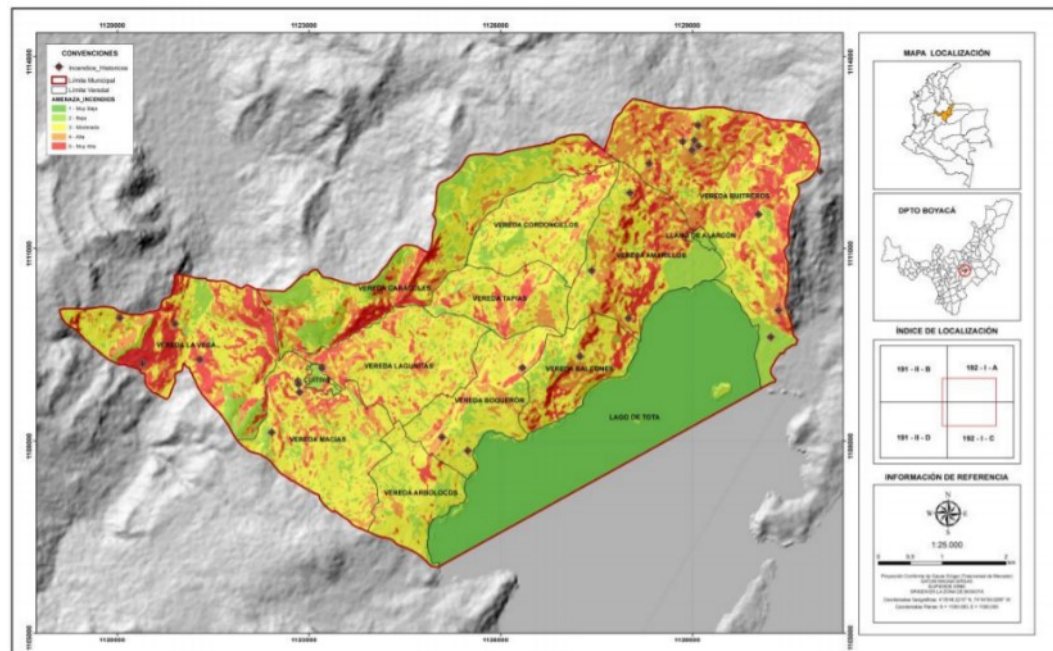
Los pesos asignados se originan teniendo en cuenta la experiencia de autores como (IDIGER, 2017) y el concepto de la teoría del triángulo del fuego, que trata de los factores que condicionan el desarrollo de un incendio como se mencionó al inicio de este

documento; por ende, la susceptibilidad de la cobertura vegetal, el relieve y el factor climático se le asignados porcentajes proporcionales.

Una vez ejecutada la suma ponderada, el paso siguiente corresponde a efectuar una distribución de frecuencias en 5 rangos, para de esta manera llegar a categorizar el grado de amenaza entre muy baja (menor rango o menor probabilidad de presentarse incendios de la cobertura vegetal), hasta muy alta (rango mayor o mayor probabilidad a presentarse incendios de la cobertura vegetal), considerando las categorías intermedias de baja, moderada y alta, respectivamente (IDEAM, 2011), para visualizar los resultados a mayor detalle remitase al anexo 1.

**Figura 29**

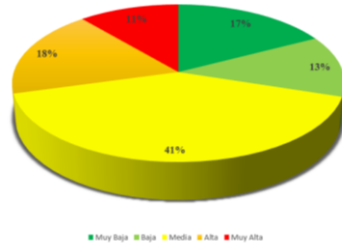
*Zonificación de la amenaza a incendios de la cobertura vegetal*



Fuente: Autor

**Figura 30**

*Distribución Porcentual de la Amenaza*



Fuente: Autor

**Amenaza Muy Baja:** Corresponde al 17 % del área total del municipio (7,68 Km<sup>2</sup>), la cual se encuentra cubierta por el espejo de agua del Lago de Tota.

**Amenaza Baja:** Se atribuye al 13% del área de estudio (5,59 Km<sup>2</sup>) representada por coberturas de no combustible como son los tejidos urbanos discontinuos (zona urbana y centro poblado), zona de recreación, tierras desnudas y degradadas en la vereda La Vega y Caracoles, así como áreas de topografía plana de las veredas Buitreros y Amarillos ocupadas por cultivos transitorios de cebolla junca y en la vereda La vega ocupados por pastos arbolados.

**Amenaza Moderada:** Es la categoría más influyente en el municipio correspondiendo al 41 % del área total (18,03 Km<sup>2</sup>), con probabilidad moderada a la ocurrencia de incendios, comprende una topografía ondulada con pendientes suaves con dirección preferencial que se alinea con los vientos provenientes del Este en las veredas Cordoncillos, Tapias, Lagunitas, Macías y La Vega donde predomina pastos limpios, pastos y cultivos y herbazales, siendo coberturas con duración de combustible de 10 horas y carga de combustible entre 50 – 100 Ton/Ha, allí la temperatura media varía entre 11,2°- 12°, adicionalmente se caracteriza por ser de fácil accesibilidad mediante vías interveredales.

**Amenaza Alta y Muy Alta:** Corresponde al 29% del área total del municipio (12,98 Km<sup>2</sup>), predominantemente en las veredas Buitreros, Amarillos, Balcones, La Vega y zonas aledañas al casco urbano; donde existe la más alta probabilidad de que ocurran incendios de la cobertura vegetal, siendo zonas montañosas con pendientes muy inclinadas a abruptas, orientadas preferentemente al Sur-Oeste e influenciadas por la dirección de los vientos preferentes del Este; presentan coberturas de mosaico de pastos, cultivos y espacios naturales, herbazales y plantaciones forestales; adicionalmente son de fácil acceso y según registro histórico se han presentado incendios de origen antrópico.

En la Tabla 22 se muestra la distribución por categorías de amenaza a incendios de la cobertura vegetal por cada vereda del municipio de Cúitiva.

**Tabla 23**

*Distribución de la amenaza por Incendios de la cobertura vegetal*

| Vereda / Centro Poblado | Muy Baja    | Baja        | Media        | Alta        | Muy Alta    | Total General |
|-------------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|---------------|
|                         | 1           | 2           | 3            | 4           | 5           |               |
| Cúitiva                 |             | 0,09        | 0,03         | 0,01        | 0,02        | 0,14          |
| Lago de Tota            | 7,66        | 0,21        | 0,02         | 0,00        |             | 7,89          |
| Llano de Alarcón        |             | 0,05        | 0,02         | 0,01        | 0,00        | 0,08          |
| Amarillos               | 0,01        | 0,61        | 1,35         | 0,99        | 0,55        | 3,50          |
| Arbolocos               |             | 0,35        | 1,29         | 0,13        | 0,07        | 1,83          |
| Balcones                |             | 0,24        | 0,92         | 0,43        | 0,27        | 1,86          |
| Boquerón                |             | 0,29        | 1,62         | 0,44        | 0,10        | 2,44          |
| Buitreros               |             | 0,65        | 2,30         | 2,33        | 1,27        | 6,56          |
| Caracoles               | 0,01        | 1,40        | 2,00         | 0,73        | 0,60        | 4,74          |
| Cordoncillos            |             | 0,36        | 1,74         | 0,31        | 0,09        | 2,50          |
| La Vega                 |             | 0,56        | 1,65         | 0,96        | 1,26        | 4,44          |
| Lagunitas               |             | 0,19        | 1,90         | 0,64        | 0,23        | 2,97          |
| Macías                  |             | 0,40        | 2,12         | 0,68        | 0,30        | 3,50          |
| Tapias                  |             | 0,19        | 1,07         | 0,37        | 0,21        | 1,84          |
| <b>Total general</b>    | <b>7,68</b> | <b>5,59</b> | <b>18,03</b> | <b>8,02</b> | <b>4,96</b> | <b>44,29</b>  |

Fuente: Autor

---

### **Conclusiones**

- La implementación de un S.I.G a la metodología de trabajo permitió realizar un análisis integral de los componentes, susceptibilidad de la vegetación a incendios, factor relieve, accesibilidad, factor histórico y factor climático aprovechando todas las posibilidades analíticas y facilitando múltiples operaciones espaciales que resultan difícilmente accesibles por medios convencionales, además facilito enormemente el almacenamiento de la información y visualización espacial de los resultados.
- La incorporación de variables al factor climático como solana-umbría, brillo solar y la dirección de vientos predominantes permitió identificar las zonas con mayor exposición solar y determinar escenarios de probable propagación del fuego favorecidos por la dirección del viento.
- El municipio de Cútiva tiene una extensión de 44,29 Km<sup>2</sup> el 30% corresponde a amenaza baja a muy baja por incendios de la cobertura vegetal representada por coberturas de no combustible como el espejo de agua del lago de Tota, los tejidos urbanos y las tierras desnudas y degradadas, con topografía plana a ondulada de bajas pendientes, por otro lado, la amenaza moderada incumbe 41% del área municipal con mayor predominancia en las veredas Buitreros, Caracoles, Cordoncillos, Tapias, Lagunitas, Macías y La Vega, siendo zonas de topografía ondulada con pendientes suaves de dirección preferencial que se alinea con los vientos provenientes del Este, adicionalmente comprende coberturas de pastos limpios, herbazales, pastos y cultivos; así mismo el 29% del área total del municipio, corresponde amenaza alta a muy alta, donde existe la mayor probabilidad de que

ocurran incendios de la cobertura vegetal dado por la confluencia de factores que contribuyen en la reacción, ignición y combustión, pues corresponde a zonas con mayor exposición solar, coberturas muy susceptibles a incendios y topografía escarpada que coincide con la dirección preferente de los vientos localizándose predominantemente en las veredas Buitreros, Amarillos, Balcones y La Vega.

- Se dio cumplimiento al objeto de este proyecto que tenía como finalidad elaborar la zonificación de amenaza por incendios de la cobertura vegetal a escala 1:25.000 para el municipio de Cuítiva; dejando representando los resultados en un mapa acorde a las condiciones del territorio y de libre consulta, aportando al conocimiento espacial con la intención de contribuir en la toma de decisiones y destinación de recursos para implementación de proyectos con miras a prevenir, mitigar o recuperar las zonas afectadas.
- Una vez elaborado el mapa de zonificación de amenaza por incendios de la cobertura vegetal se realizó la calibración con el registro histórico espacial evidenciando que el 93% de los reportes coinciden con zonas de amenaza alta, no obstante, el 7% corresponde a un evento ocurrido en zonas de amenaza baja en cercanías al lago Tota por lo que se procedió a verificar el reporte en la oficina de gestión del riesgo municipal, evidenciando que corresponde a un evento de pequeña extensión de probable negligencia (colilla de cigarrillo) lo que me permite concluir que pese a que se prioricen las zonas de amenaza alta enfocadas desde el punto de vista de origen antrópico es indispensable crear concienciación en la población.



---

---

### **Recomendaciones**

- El proyecto “Empleo de S.I.G. en la Zonificación de Amenaza por Incendio de la Cobertura Vegetal en Cútiva-Boyacá Escala 1:25000” se deja a disposición para consulta, facilitando la identificación de zonas de amenaza a presentar incendios a fin de ser incorporadas en los planes de desarrollo y ordenamiento territorial con el objeto de que se priorice proyectos con miras a prevenir, mitigar o recuperar las zonas afectadas.
- Implementar un sistema de información geográfica a nivel municipal, de manera que pueda alimentarse constantemente y que integre datos prediales, socioeconómicos y registros de eventos reportados en cuanto a localización, área y tipo de cobertura afectada, ya que la carencia de información impide el desarrollo de un análisis espacial detallado adecuado sobre la incidencia histórica del fuego, dificultando las labores de gestión del territorio en lo que se refiere a la evaluación de sus efectos.
- Es indispensable que a nivel municipal se implementen jornadas de educación ambiental especialmente en las veredas que presentan mayor área de amenaza por incendios a fin de generar concienciación en la población.

### Referencias

- Alcaldía de Cúitiva Boyacá. (2005). *Esquema de Ordenamiento Territorial E.O.T.* Cúitiva, Colombia.
- Álvarez Rogel, Y. (2000). *Aplicación de tecnología S.I.G. al estudio del riesgo y prevención de incendios forestales en el área de Sierra España - Gebas (Región de Murcia)* (tesis doctoral). Universidad de Murcia, Murcia, España.
- Arias Murcia, K. Y. (2016). *Zonificación de amenazas por incendios forestales en el sector rural del municipio de Tota Boyacá con el empleo de SIG* (tesis de pregrado). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sogamoso, Colombia.
- Boulandier Herrera, J. J., Esparza Fernández, F., Garayoa Gurruchagui, J., Orta González-Orduña, C., & Anitua Aldecoa, P. (2001). *Manual de Extinción de Incendios. Incendios Forestales*. Bomberos de Navarra, Pamplona, España.
- Congreso de la República de Colombia. (2012). *Ley 1523 del 24 de abril de 2012 por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones*. Bogotá D.C.: Congreso de la República de Colombia.
- Congreso de la República de Colombia. (2014). *Decreto 1807 del 19 de septiembre de 2014 Por el cual se reglamenta el artículo 189 del Decreto-Ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial y se dictan otras disposiciones*. Bogotá D.C.: Congreso de la República de Colombia.
- Corporación Autónoma Regional del Cesar [CORPOCESAR]. (2011). *Mapa de riesgos por incendios forestales en el Departamento del Cesar*. [https://www.corpocesar.gov.co/files/INFORME%20FINAL%20MRIF\\_CESAR.pdf](https://www.corpocesar.gov.co/files/INFORME%20FINAL%20MRIF_CESAR.pdf)
- Corporación Autónoma Regional del Tolima [CORTOLIMA]. (2018). *Tipos de incendios forestales*. [www.cortolima.gov.co](http://www.cortolima.gov.co)
- EARTHDATA. (s.f.). *ASF*. <https://asf.alaska.edu/>

ESRI. (s.f.). *ArcGIS Desktop*.

<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.4/extensions/geostatistical-analyst/kriging-in-geostatistical-analyst.htm>

ESRI. (s.f.). *ArcGIS Pro*. <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/help/analysis/geostatistical-analyst/how-inverse-distance-weighted-interpolation-works.htm>

Heraldo, E. (02 de marzo de 2020). *Medio Ambiente*. <https://www.elheraldo.co/medio-ambiente/mas-de-25700-hectareas-se-han-perdido-por-incendios-forestales-en-colombia-705842>

IGAC, I. G. (2013). Cartografía 1:25000. Bogotá D.C.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000*. Bogotá, D.C., 72p.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (s.f.). *Atlas Interactivo - Climatológico - IDEAM*. [http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/Brillo\\_Solar\\_13.pdf](http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/Brillo_Solar_13.pdf)

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2011). *Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgo a incendios de la cobertura vegetal escala 1:100000*. Bogotá D.C., Colombia, 109p.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2014). *Incendios de la Cobertura Vegetal*. <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/incendios-cobertura-vegetal>

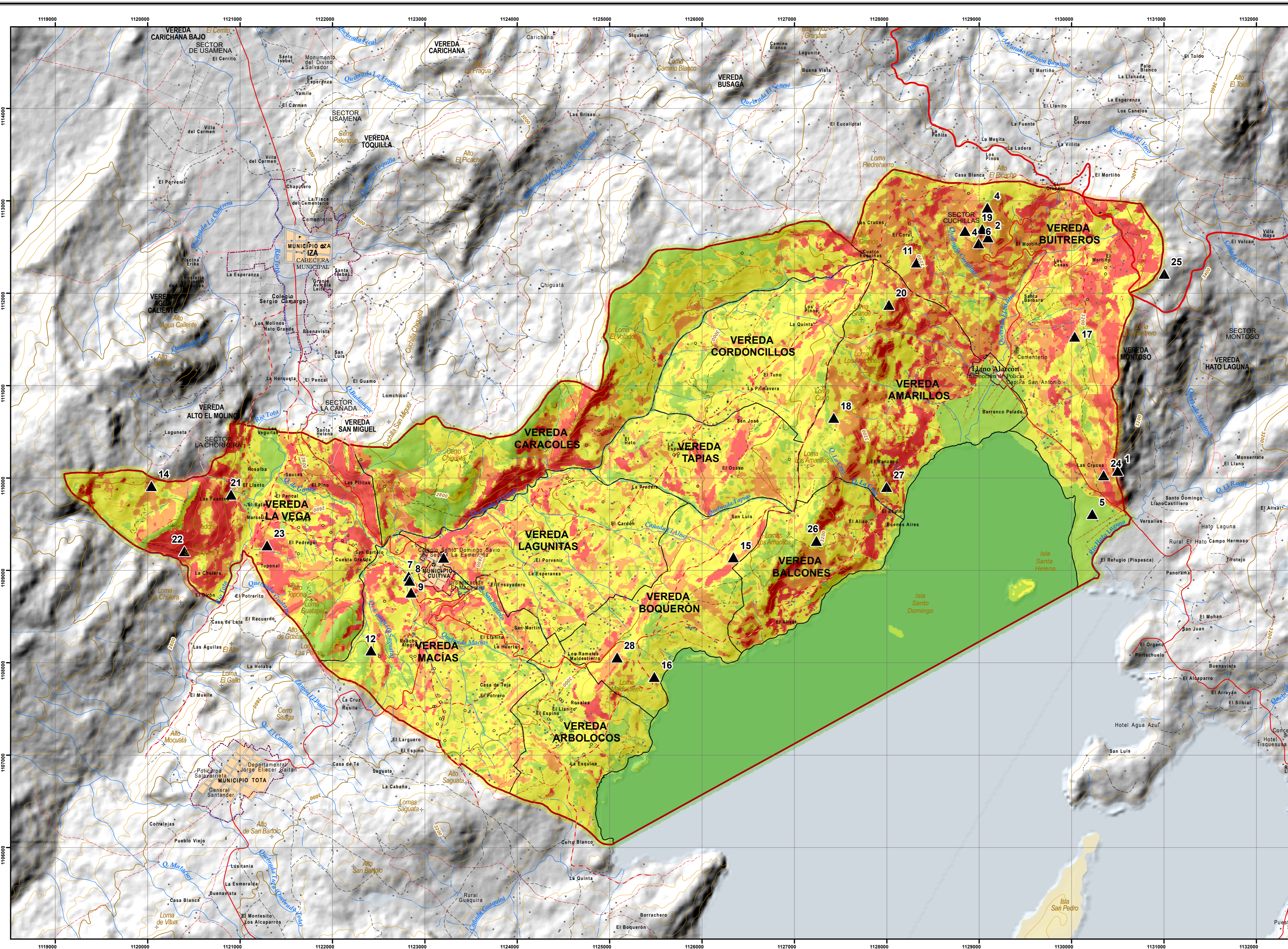
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2018). *Atlas climatológico, radiación y viento*. [http://www.ideam.gov.co/documents/24277/72007220/PDF\\_ATLAS/83B33DDD-09ef-4fa6-9419-cdf8b26db260](http://www.ideam.gov.co/documents/24277/72007220/PDF_ATLAS/83B33DDD-09ef-4fa6-9419-cdf8b26db260)

Instituto Distrital de Gestión de Riesgo y Cambio Climático [IDIGER]. (2017). *Mapa de susceptibilidad por incendios forestales escala 1:25.000*. Bogotá D.C., Colombia.

Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático [IDIGER]. (s.f.). *Riesgo por Incendio Forestal en Colombia*. <https://www.idiger.gov.co/rincendioof>

- Mejía Quesada, C. E. (2017). *Zonificación de Riesgos a incendios forestales en la cuenca del Río Coello en el Departamento del Tolima* (tesis de especialista). Universidad de Manizales, Manizales, Colombia.
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (s.f.). *Datos Abiertos*. Obtenido de <https://www.datos.gov.co/>
- Mondragón Leonel, M. F., Melo Ardila, A., & Gelvez, P. K. (2013). *Causas de los incendios forestales en la región Caribe, Andina y Orinoquía de Colombia*. ASOCARS, Bogotá D.C, Colombia.
- NASA Earth Observations [NEO]. (2020). *Land Surface Temperatur*. Obtenido de Images by NASA Earth Observations (NEO) using data courtesy of the Land Processes Distributed Active Archive Center (LPDAAC) and the MODIS Land Science Team.: [https://neo.sci.gsfc.nasa.gov/view.php?datasetId=MOD\\_LSTD\\_M](https://neo.sci.gsfc.nasa.gov/view.php?datasetId=MOD_LSTD_M)
- Oliver, M. A. (1990). Kriging: A Method of Interpolation for Geographical Information Systems. *International Journal of Geographic Information Systems*, (4), p. 313-312.
- Opazo, S., & Chuvieco, E. (2013). Análisis geográfico de áreas quemadas en Sudamérica, GeoFocus. *Revista internacional de ciencia y tecnología en la información geográfica*, (13),p.1-24.
- Páramo Rocha, G. E. (2011). Susceptibilidad de las coberturas vegetales de Colombia al fuego. En *Incendios de la Cobertura Vegetal en Colombia* (págs. 73-144). Cali: Colombia.
- Plana, E., Font, M., & Serra, M. (2016). *Los incendios forestales, guía para comunicadores y periodistas. Proyecto eFIRECOM*. Europa: CTFC.32pp.
- Pyne, S. J. (1995). *Word fire: The culture of fire on earth*. Univetsity of Washington press.
- Salas, F. J., & Chuvieco, E. (1995). Aplicación de imágenes Landsat-TM a la cartografía de modelos combustibles. *Revista de Teledetección, Departamento de Geografía, Universidad de Alcalá de Henares*, (5), p.1-12.

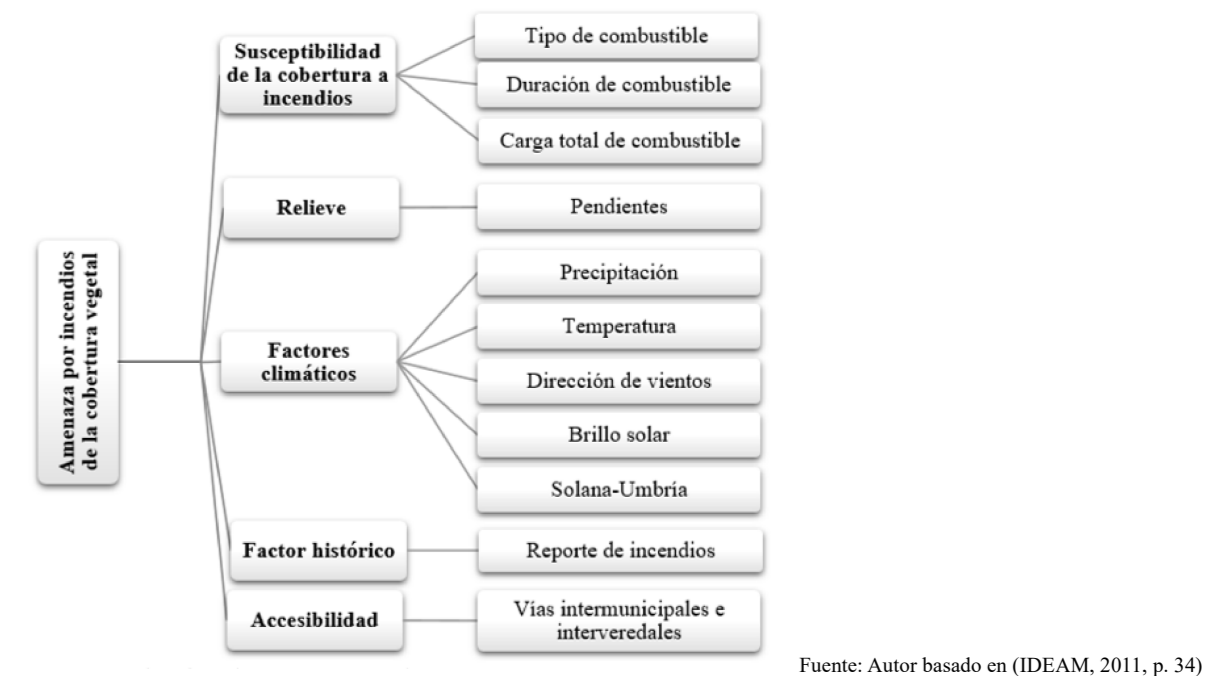
**Anexo 1:** Mapa de zonificación de Amenaza por incendios de la cobertura vegetal



ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR INCENDIOS DE LA COBERTURA VEGETAL

Evento físico o condición peligrosa de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, capaz de causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales. (Servicio Geológico Colombiano [SGC], 2017, p. 22)

La amenaza se evaluó de acuerdo con los parámetros de la fórmula  $Amenaza = (S_{vegetación} * (0.3) + Relieve * (0.3) + (Temperatura * (0.1) + Precipitación * (0.1) + Dirección\_vientos * (0.03) + Brillo\_solar * (0.03) + Solana\_umbria * (0.04) + Histórico * (0.05) + Accesibilidad * (0.05))$



Fuente: Autor basado en (IDEAM, 2011, p. 34)

Distribución de la Amenaza por Incendios de la cobertura Vegetal

| Vereda               | Categoría    |             |              |             |              | Total General (Km2) |
|----------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|---------------------|
|                      | Muy Baja (1) | Baja (2)    | Moderada (3) | Alta (4)    | Muy Alta (5) |                     |
| Casco Urbano         |              | 0.09        | 0.03         | 0.01        | 0.02         | 0.14                |
| Lago de Tota         | 7.66         | 0.21        | 0.02         | 0.01        |              | 7.89                |
| Llano de Alarcón     |              | 0.05        | 0.02         | 0.01        |              | 0.08                |
| Amarillos            | 0.01         | 0.61        | 1.35         | 0.99        | 0.55         | 3.50                |
| Arboles              |              | 0.35        | 1.29         | 0.13        | 0.07         | 1.83                |
| Balcones             |              | 0.24        | 0.92         | 0.43        | 0.27         | 1.86                |
| Boquerón             |              | 0.29        | 1.62         | 0.44        | 0.10         | 2.44                |
| Buitreros            |              | 0.65        | 2.30         | 2.33        | 1.27         | 6.56                |
| Caracoles            | 0.01         | 1.40        | 2.00         | 0.73        | 0.60         | 4.74                |
| Cordocillos          |              | 0.36        | 1.74         | 0.31        | 0.09         | 2.50                |
| La Vega              |              | 0.56        | 1.65         | 0.96        | 1.26         | 4.44                |
| Lagunitas            |              | 0.19        | 1.90         | 0.64        | 0.23         | 2.97                |
| Macías               |              | 0.40        | 2.12         | 0.68        | 0.30         | 3.50                |
| Tapias               |              | 0.19        | 1.07         | 0.37        | 0.21         | 1.84                |
| <b>Total General</b> | <b>7.68</b>  | <b>5.59</b> | <b>18.03</b> | <b>8.02</b> | <b>4.96</b>  | <b>44.29</b>        |

Categorización de la Amenaza por Incendios de la Cobertura Vegetal en el Municipio de Cuitiva Boyacá

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>BAJA</b>     | La categoría (1-2) Corresponde al 30 % del área total del municipio (13,27 Km2), la cual se encuentra cubierta por el espejo de agua del Lago de Tota y por coberturas de no combustible como son los tejidos urbanos discontinuos (zona urbana y centro poblado), zona de recreación, tierras desmenuadas y degradadas en la vereda La Vega y Caracoles, así como áreas de topografía plana de las veredas Buitreros y Amarillos ocupadas por cultivos transitorios de cebolla, junca y en la vereda La Vega ocupados por pastos arbolados.                                                                                                                                                      |
| <b>MODERADA</b> | Es la categoría (3) más influyente en el municipio correspondiendo al 41 % del área total (18,03 Km2), con probabilidad moderada a la ocurrencia de incendios, comprende una topografía ondulada con pendientes suaves que se alinea con los vientos provenientes del Este, en las veredas Cordocillos, Tapias, Lagunitas, Macías y La Vega donde predomina pastos limpios, pastos y cultivos y herbazales, siendo coberturas con duración de combustible de 10 horas y carga de combustible entre 50 – 100 Ton/Ha, allí la temperatura media varía entre 11,2°-12°, adicionalmente se caracteriza por ser de fácil accesibilidad mediante vías interveredales.                                   |
| <b>ALTA</b>     | La categoría (4-5) corresponde al 29% del área total del municipio (12,98 Km2), predominantemente en las veredas Buitreros, Amarillos, Balcones, La Vega y zonas aledañas al casco urbano, donde existe la más alta probabilidad de que ocurran incendios de la cobertura vegetal, siendo zonas montañosas con pendientes muy inclinadas a abruptas, orientadas preferentemente al Sur-Oeste e influenciadas por la dirección de los vientos preferentes del Este; presentan coberturas de mosaico de pastos, cultivos y espacios naturales, herbazales y plantaciones forestales; adicionalmente son de fácil acceso y según registro histórico se han presentado incendios de origen antrópico. |

Metodología Aplicada:

La zonificación de amenaza por incendios de la cobertura vegetal para el municipio de Cuitiva a escala 1:25.000 se desarrolla teniendo como referencia el "Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal a escala 1:100.000" propuesto por el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2011), la metodología incluye la evaluación de cinco componentes: susceptibilidad de la vegetación a incendios, factor relieve, accesibilidad, factor histórico y factor climático; a este último se incorporan tres variables adicionales: solana-umbria, brillo solar y dirección de vientos predominantes, así mismo se realiza algunos ajustes en los rangos de calificación de acuerdo al conocimiento del área y experiencia de otros autores en diferentes estudios permitiendo adecuar la metodología a las condiciones locales. Todo lo anterior apoyado en un sistema de información geográfica - SIG facilitando el procesamiento analítico y la visualización de resultados a nivel espacial.

Alcance:

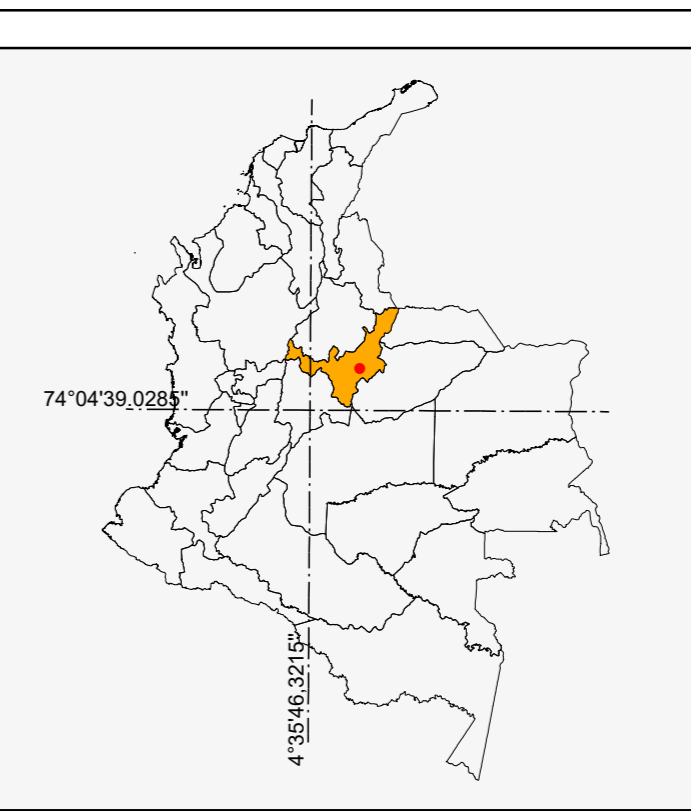
Este mapa ofrece información de la zonificación de amenaza por incendios de la cobertura vegetal a escala 1:25.000 para el municipio de Cuitiva; acorde a las condiciones del territorio y de libre consulta, aportando al conocimiento espacial con la intención de contribuir en la toma de decisiones y destinación de recursos para implementación de proyectos con miras a prevenir, mitigar o recuperar las zonas afectadas y en ningún caso reemplaza los estudios de vulnerabilidad y riesgo.

Notas:

Se deja a consideración del ente municipal, la necesidad de avanzar en la zonificación de la vulnerabilidad y riesgo por incendios de la cobertura vegetal.

Fuentes de Información:

Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal a escala 1:100.000 (IDEAM, 2011), Metodología Corine Land Cover, Base topográfica a escala 1:25000 (IGAC), Modelo Digital de Elevación (DEM resolución 12,5 m), Imagen Satelital Google Earth Datos multianuales de Precipitación, Temperatura, Brillo solar y Dirección de vientos (IDEAM) (NASA Earth Observations [NEO], 2020) e Información histórica de incendios.



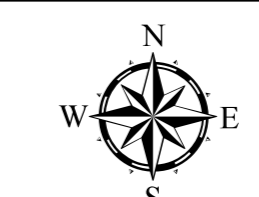
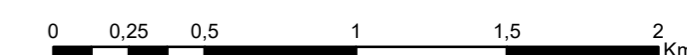
UAN Universidad Antonio Nariño Facultad de Ciencias Ambientales

Empleo de S.I.G. en la Zonificación de Amenaza por Incendios de la Cobertura Vegetal en Cuitiva-Boyacá Escala 1:25000

MAPA DE AMENAZA POR INCENDIOS DE LA COBERTURA VEGETAL

Autor: Yenny Andrea Talero Rodríguez 2020 - UAN

Plano No. AC - 001



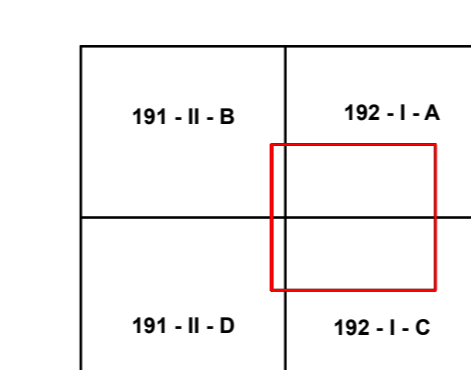
1:25.000

INFORMACIÓN DE REFERENCIA  
Proyección Conforme de Gauss Krüger (Transversal de Mercator)  
DATUM MAGNA SIRGAS  
ELIPSOIDE GR80  
ORIGEN EN LA ZONA BOGOTÁ  
Coordenadas Geográficas: 4°35'46,3215" N, 74°04'39,0285" W  
Coordenadas Planas: N = 1900.000, E = 1900.000

CONVENCIONES

- ▲ Incendios\_Historicos
- Molino
- ✦ Monumento
- Otras Construcciones
- Pozo
- Salud
- Seguridad
- Silo
- ✦ Iglesia
- ✦ Industria
- ✦ Instalación Minería
- ✦ Camino, Sendero
- ✦ Límite de Vía Peatonal
- ✦ Vía Tipo 1
- ✦ Vía Tipo 2
- ✦ Vía Tipo 3
- ✦ Vía Tipo 4
- ✦ Vía Tipo 5
- ✦ Vía Tipo 6
- ✦ Límite\_Via
- ✦ Aproximado
- ✦ Definido
- ✦ Cerca
- ✦ Alambre
- ✦ Madera
- ✦ Viva
- ✦ Curva\_Nivel
- ✦ De Glaciar
- ✦ Índice
- ✦ Índice Aproximada
- ✦ Índice de Depresion
- ✦ Índice de Depresion aproximada
- ✦ Intermedia
- ✦ Intermedia Aproximada
- ✦ Intermedia de Depresion
- ✦ Intermedia de Depresion aproximada
- ✦ Suplementaria
- ✦ Drenaje\_Sencillo
- ✦ Intermitente, NO
- ✦ Intermitente, SI
- ✦ Permanente, NO
- ✦ Permanente, SI
- ✦ Drenaje\_Doble
- ✦ Cuerpo de Agua
- ✦ Lecho Seco ó Cauce
- ✦ Isla
- ✦ Lago
- ✦ Laguna
- ✦ Límite\_Via\_R
- ✦ Aproximado
- ✦ Definido
- ✦ Interno
- ✦ Centros\_Pobladors
- ✦ Límite Veredal
- ✦ Límite\_Municipio
- ✦ Amenaza\_Incendios
- ✦ 1-Muy Baja
- ✦ 2-Baja
- ✦ 3-Media
- ✦ 4-Alta
- ✦ 5-Muy alta

ÍNDICE DE HOJAS ADYACENTES



Base Topográfica: Planchas I.G.A.C. 191IIB - 192IA 191IID - 192IC